

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

**COMPOSIÇÃO CORPORAL DE MINERAIS EM OVELHAS  
GESTANTES DA RAÇA SANTA INÊS**

**Luciana Freitas Guedes**

**Belo Horizonte  
2012**

**LUCIANA FREITAS GUEDES**

**COMPOSIÇÃO CORPORAL DE MINERAIS EM OVELHAS  
GESTANTES DA RAÇA SANTA INÊS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia

Área de concentração: Nutrição Animal

Orientador: Prof. Dr. Iran Borges

**Belo Horizonte**

Guedes, Luciana Freitas, 1987-  
G922c      Composição corporal de minerais em ovelhas gestantes da raça Santa Inês / Luciana  
Freitas Guedes. – 2012.

105p. : il.

Orientador: Iran Borges

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária.  
Inclui bibliografia

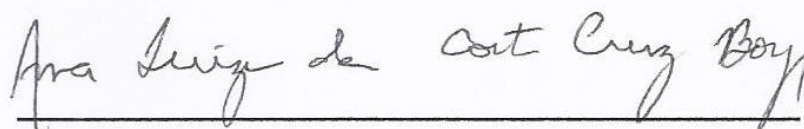
1. Santa Inês (Raça de Ovino) – Alimentação e rações – Teses. 2. Minerais na  
nutrição animal – Teses. 3. Nutrição animal – Teses. I. Borges, Iran.  
II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 636.308 5

Dissertação defendida e aprovada no dia 15 de Fevereiro de 2012, pela  
Comissão Examinadora constituída por:

  
\_\_\_\_\_  
**Prof. Dr. Iran Borges**  
**Orientador**

  
\_\_\_\_\_  
**Profa. Dra. Iraides Ferreira Furusho Garcia**

  
\_\_\_\_\_  
**Profa. Dra. Ana Luiza da Costa Cruz Borges**

“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar.”

*Chico Xavier*

## **Dedicatória**

Aos meus avós, “*in memoriam*”, que de alguma forma estão presentes em mim...

À minha família pelo apoio e amor incondicional...

Aos meus amigos pelo incentivo e carinho...

Às ovelhas e seus filhotes por cederem suas vidas...

A vocês dedico este trabalho...

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente a Deus, que se faz presente em mim dando-me saúde e sabedoria para realização deste trabalho e seguir adiante.

Aos meus pais, fonte de luz em minha vida e à minha irmã pela presença inigualável.

Ao Prof. Iran Borges, desde a recepção calorosa na UFMG, seguida pela exemplar orientação, os ensinamentos e pela tamanha atenção, amizade e carinho que o fez considerá-lo um Pai além de mestre. Obrigada pela confiança, pelo crescimento humano, profissional e pela oportunidade de fazer parte dessa equipe tão dedicada e responsável com a ciência.

Aos professores Emilio Osório Neto e Eloísa de Oliveira Simões Saliba, pela total disponibilidade, conselhos, ensinamentos e tudo o mais que fez por mim durante essa jornada.

À Prof. Ana Luiza Costa Cruz Borges, pela participação na banca examinadora, pelas oportunas sugestões e pelo companheirismo sempre demonstrado.

À minha eterna “Mãe” Prof. Iraides Ferreira Furusho Garcia (juntamente ao Prof. Idalmo), que me guiou para o caminho da academia e dos pequenos ruminantes me fazendo acreditar que era possível. Muito obrigada pelos ensinamentos e por sempre terem me prestado apoio, amizade, carinho e força em todos os momentos desde quando nos conhecemos. Saibam que são muito especiais para mim.

À UFMG, pela oportunidade da realização do mestrado. Ao CNPq, por fomentar e financiar este trabalho, e à CAPES, pela concessão da bolsa de estudos. À Itambé e à Vaccinar, pela parceria e apoio. Aos funcionários do laboratório de Nutrição Animal, Toninho, Kelly e Marcos, pelos auxílios, ensinamentos e pelas horas de descontração. Às secretárias da pós-graduação Heloisa e Paula por me aturarem.

Aos colegas da pós-graduação, pela solícita presença e amizade, especialmente Veri, Hemilly, Fernando e Pedro. Ao NEPPER, pelos ensinamentos de companheirismo, dedicação e trabalho em equipe. Às estagiárias mais que especiais, Aninha, Isabela, Luiza, Fabiane, Dalvana e Marília pela amizade, dedicação, companheirismo e paciência com aquela chama! Trabalhar com vocês foi sensacional.

Aos meus familiares, às minhas brodinhas (Raquel, Dani, Fernanda e Paulinha) que compartilharam comigo a concretização deste sonho, acalentando meus anseios e dúvidas, e fomentando coragem e dedicação. Obrigado por estarem sempre ao meu lado.

# SUMÁRIO

|  | <b>Página</b> |
|--|---------------|
| 1. INTRODUÇÃO.....   | 14            |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA.....  | 15            |
| 2.1 Composição Corporal.....   | 15            |
| 2.2 O período gestacional.....   | 16            |
| 2.3 Efeito da restrição alimentar sobre a gestação.....  | 18            |
| 2.4 A importância dos minerais na nutrição animal.....   | 18            |
| 2.4.1 Cálcio.....  | 20            |
| 2.4.2 Fósforo.....   | 23            |
| 2.4.3 Sódio.....   | 25            |
| 2.4.4 Potássio.....  | 26            |
| 2.4.5 Magnésio.....  | 28            |
| 2.4.6 Ferro.....   | 29            |
| 2.4.7 Zinco.....   | 31            |
| 2.4.8 Cobre.....   | 33            |
| 2.4.9 Manganês.....  | 35            |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS.....   | 38            |
| 3.1 Local.....   | 38            |
| 3.2 Animais e instalações.....   | 38            |
| 3.3 Manejo nutricional dos animais experimentais.....  | 39            |
| 3.4 Abate e amostragem dos órgãos e vísceras.....  | 41            |
| 3.4.1 Período pré-abate.....   | 41            |
| 3.4.2 Procedimento de abate.....   | 41            |
| 3.4.3 Evisceração das ovelhas.....   | 41            |
| 3.5 Análises Laboratoriais.....  | 42            |
| 3.6 Delineamento Experimental.....   | 43            |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....   | 43            |
| 4.1 Peso dos animais.....  | 43            |
| 4.2 Peso das partes que compõem o corpo das ovelhas em função do manejo nutricional e da idade de gestação.....                    | 44            |
| 4.3 Consumos de matéria seca de ovelhas não gestantes e com 90, 110, 130 e 140 dias de gestação conforme o manejo nutricional..... | 48            |



|  |     |
|--|-----|
| 4.4 Consumos de água e sal mineral de ovelhas gestantes da raça Santa Inês .....         | 49  |
| 4.5 Composição corporal de cálcio em ovelhas gestantes e não gestantes .....             | 50  |
| 4.6 Composição corporal de fósforo em ovelhas gestantes e não gestantes.....             | 55  |
| 4.7 Composição corporal de sódio em ovelhas gestantes e não gestantes .....              | 60  |
| 4.8 Composição corporal de potássio em ovelhas gestantes e não gestantes .....           | 63  |
| 4.9 Composição corporal de magnésio em ovelhas gestantes e não gestantes .....           | 66  |
| 4.10 Composição corporal de ferro em ovelhas gestantes e não gestantes .....             | 68  |
| 4.11 Composição corporal de zinco em ovelhas gestantes e não gestantes.....              | 72  |
| 4.12 Composição corporal de cobre em ovelhas gestantes e não gestantes.....              | 75  |
| 4.13 Composição corporal de manganês em ovelhas gestantes e não gestantes .....          | 79  |
| 4.14 Equações para predição da composição de minerais nos constituintes analisados ..... | 82  |
| 4.14.1 Função: período gestacional (GES).....  | 82  |
| 4.14.2 Função: peso do feto (PFET) .....   | 82  |
| 4.15 Conteúdo total de minerais no corpo de ovelhas vazias e gestantes .....             | 85  |
| 5. CONCLUSÕES.....   | 90  |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....  | 91  |
| 7. ANEXO .....   | 103 |

## LISTA DE TABELAS

|   | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| Tabela 1. Número de ovelhas Santa Inês conforme manejo alimentar e período gestacional .  | 38            |
| Tabela 2. Necessidades nutricionais em energia e proteína para cada fase da gestação em função do número de fetos, com base no NRC (1985).....  | 39            |
| Tabela 3. Composição centesimal e bromatológica das dietas experimentais das ovelhas vazias até os 120 dias de gestação .....   | 40            |
| Tabela 4. Composição centesimal e bromatológica das dietas experimentais dos 120 até 150 dias de gestação e a dieta única ao longo de toda gestação das ovelhas com gestação tripla ..    | 40            |
| Tabela 5. Peso vivo médio dos animais experimentais em quilogramas (kg).....  | 44            |
| Tabela 6. Peso médio em quilogramas (kg) das diferentes partes que compõem o corpo das ovelhas em função do manejo nutricional e período gestacional das amostras analisadas .....        | 44            |
| Tabela 7. Consumo de matéria seca (CMS) e em relação ao peso vivo (CMSPV) de ovelhas não gestantes e com 90, 110, 130 e 140 dias de gestação conforme o manejo nutricional .....          | 48            |
| Tabela 8. Consumo de água (litros/dia) e sal mineral (gramas/dia) de ovelhas gestantes da raça Santa Inês sob dois regimes alimentares .....  | 49            |
| Tabela 9. Concentração de cálcio no sangue, cabeça + patas e na carcaça em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de cálcio em gramas (g) nas partes analisadas .....              | 50            |
| Tabela 10. Concentração de cálcio na pele, gorduras, órgãos e vísceras em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de cálcio em gramas (g) nas partes analisadas .....               | 52            |
| Tabela 11. Concentração de cálcio na glândula mamária, útero, feto e líquido fetal em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de cálcio em gramas (g) nas partes analisadas.....    | 53            |
| Tabela 12. Concentração de fósforo no sangue, cabeça + patas e na carcaça em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de fósforo em gramas (g) nas partes analisadas .....           | 56            |
| Tabela 13. Concentração de fósforo na pele, gorduras, órgãos e vísceras em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de fósforo em gramas (g) nas partes analisadas .....             | 57            |
| Tabela 14. Concentração de fósforo na glândula mamária, útero, feto e líquido fetal em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de fósforo em gramas (g) nas partes analisadas ..... | 58            |
| Tabela 15. Concentração de sódio no sangue, cabeça + patas e na carcaça em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de sódio em gramas (g) nas partes analisadas.....                | 60            |
| Tabela 16. Concentração de sódio na pele, gorduras, órgãos e vísceras em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de sódio em gramas (g) nas partes analisadas.....                  | 61            |

|  |    |
|--|----|
| Tabela 17. Concentração de sódio na glândula mamária, útero, feto e líquido fetal em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de sódio em gramas (g) nas partes analisadas .....          | 62 |
| Tabela 18. Concentração de potássio no sangue, cabeça + patas e na carcaça em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de potássio em gramas (g) nas partes analisadas .....              | 63 |
| Tabela 19. Concentração de potássio na pele, gorduras, órgãos e vísceras em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de potássio em gramas (g) nas partes analisadas .....                | 64 |
| Tabela 20. Concentração de potássio na glândula mamária, útero, feto e líquido fetal em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de potássio em gramas (g) nas partes analisadas.....     | 65 |
| Tabela 21. Concentração de magnésio no sangue, cabeça + patas e na carcaça em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de magnésio gramas (g) nas partes analisadas .....                 | 66 |
| Tabela 22. Concentração de magnésio na pele, gorduras, órgãos e vísceras em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de magnésio em gramas (g) nas partes analisadas .....                | 67 |
| Tabela 23. Concentração de magnésio na glândula mamária, útero, feto e líquido fetal em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de magnésio em gramas (g) nas partes analisadas.....     | 67 |
| Tabela 24. Concentração de ferro no sangue, cabeça + patas e na carcaça em miligramas por quilograma (mg/kg) e conteúdo total de ferro em miligramas (mg) nas partes analisadas .....          | 69 |
| Tabela 25. Concentração de ferro na pele, gorduras, órgãos e vísceras em miligramas por quilograma (mg/kg) e conteúdo total de ferro em miligramas (mg) nas partes analisadas .....            | 70 |
| Tabela 26. Concentração de ferro na glândula mamária, útero, feto e líquido fetal em miligramas por quilograma (mg/kg) e conteúdo total de ferro em miligramas (mg) nas partes analisadas..... | 70 |
| Tabela 27. Concentração de zinco no sangue, cabeça + patas e na carcaça em miligramas por quilograma (mg/kg) e conteúdo total de zinco em miligramas (mg) nas partes analisadas .....          | 72 |
| Tabela 28. Concentração de zinco na pele, gorduras, órgãos e vísceras em miligramas por quilograma (mg/kg) e conteúdo total de zinco em miligramas (mg) nas partes analisadas .....            | 73 |
| Tabela 29. Concentração de zinco na glândula mamária, útero, feto e líquido fetal em miligramas por quilograma (mg/kg) e conteúdo total de zinco em miligramas (mg) nas partes analisadas..... | 74 |
| Tabela 30. Concentração de cobre no sangue, cabeça + patas e na carcaça em miligramas por quilograma (mg/kg) e conteúdo total de cobre em miligramas (mg) nas partes analisadas .....          | 75 |
| Tabela 31. Concentração de cobre na pele, gorduras, órgãos e vísceras em miligramas por quilograma (mg/kg) e conteúdo total de cobre em miligramas (mg) nas partes analisadas .....            | 76 |

|   |    |
|---|----|
| Tabela 32. Concentração de cobre na glândula mamária, útero, feto e líquido fetal em miligramas por quilograma (mg/kg) e conteúdo total de cobre em miligramas (mg) nas partes analisadas.....  | 77 |
| Tabela 33. Concentração de manganês no sangue, cabeça + patas e na carcaça em miligramas por quilograma (mg/kg) e conteúdo total de manganês em miligramas (mg) nas partes analisadas.....  | 79 |
| Tabela 34. Concentração de manganês na pele, gorduras, órgãos e vísceras em miligramas por quilograma (mg/kg) e conteúdo total de manganês em miligramas (mg) nas partes analisadas .....   | 79 |
| Tabela 35. Concentração de manganês na glândula mamária, útero, feto e líquido fetal em miligramas por quilograma (mg/kg) e conteúdo total de manganês em miligramas (mg) nas partes analisadas .....   | 80 |
| Tabela 36. Conteúdo total de macrominerais em gramas (g) e em relação ao peso vivo (g/kg PV) e peso de corpo vazio (g/kg PCVZ) no corpo de ovelhas Santa Inês em diferentes períodos gestacionais submetidas a dois manejos nutricionais .....        | 86 |
| Tabela 37. Conteúdo total de microminerais em miligramas (mg) e em relação ao peso vivo (mg/kg PV) e peso de corpo vazio (mg/kg PCVZ) no corpo de ovelhas Santa Inês em diferentes períodos gestacionais submetidas a dois manejos nutricionais ..... | 88 |

## LISTA DE FIGURAS

|   | <b>Página</b> |
|---|---------------|
| Figura 1. Interações metabólicas de alguns minerais essenciais .....              | 19            |
| Figura 2. Distribuição do cálcio no corpo de ovelha gestante Santa Inês .....     | 55            |
| Figura 3. Distribuição do fósforo no corpo da ovelha gestante Santa Inês .....    | 60            |
| Figura 4. Distribuição do sódio no corpo da ovelha gestante Santa Inês .....      | 63            |
| Figura 5. Distribuição do potássio no corpo da ovelha gestante Santa Inês.....    | 66            |
| Figura 6. Distribuição do magnésio no corpo da ovelha gestante Santa Inês .....   | 68            |
| Figura 7. Distribuição do ferro no corpo da ovelha gestante Santa Inês .....      | 71            |
| Figura 8. Distribuição do zinco no corpo da ovelha gestante Santa Inês .....      | 75            |
| Figura 9. Distribuição do cobre no corpo da ovelha gestante Santa Inês.....       | 78            |
| Figura 10. Distribuição do manganês no corpo da ovelha gestante Santa Inês.....   | 81            |
| Figura 11. Distribuição dos minerais no corpo da ovelha gestante Santa Inês ..... | 89            |

## RESUMO

Objetivou-se avaliar a composição corporal de macro e microminerais de ovelhas gestantes da raça Santa Inês submetidas a dois manejos nutricionais. Foram utilizadas 73 fêmeas em diferentes fases de gestação e dez ovelhas não prenhes como animais referência totalizando 83 animais no ensaio experimental distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado 2 x 4 sendo dois manejos nutricionais (restritos e não restritos) e quatro fases da gestação (0, 90, 110, 130 e 140 dias). As ovelhas foram abatidas conforme o período gestacional seguindo o protocolo apresentado ao Comitê de Ética em Experimentação Animal (nº de protocolo 77/2006). A solução mineral foi obtida por via úmida. O fósforo foi determinado por colorimetria, o sódio e potássio determinados em espectrofotômetro de chama. As análises de cálcio, magnésio, manganês, zinco, cobre e ferro foram realizadas por espectrofotometria de absorção atômica. Os conteúdos minerais (macro e microelementos) foram determinados em função da concentração desses na carcaça, cabeça + patas, gorduras viscerais, vísceras, órgãos, pele, sangue, glândula mamária, útero (útero + placenta), feto e fluido fetal. O período gestacional afetou o peso dos componentes corporais das ovelhas com exceção para líquido fetal. O nível de 15% de restrição energética proteica imposto não afetou a concentração de nenhum dos minerais estudados. A composição média corporal para ovelhas gestantes encontrada foi de 17,15 a 25,79 g de Ca; 11,03 a 17,62 g de P; 2,14 a 2,86 g de Na; 1,89 a 2,65 g de K; 0,31 a 0,50 g de Mg; 4860,50 a 7903,40 mg de Fe; 2359,16 a 3077,50 mg de Zn; 267,06 a 699,22 mg de Cu e 142,21 a 300,59 mg de Mn por kg PCVZ. É possível empregar-se de equações de regressão para predizer a quantidade de minerais retida no feto em função de seu peso, seja qual for o manejo nutricional adotado.

**Palavras-Chave:** corpo, gestação, macrominerais, microminerais, ovinos

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the body composition of macro and micro sheep of Santa Inês pregnant and non pregnant women subjected to two nutritional managements. 73 females were used at different stages of gestation and ten non-pregnant ewes as reference animals totaling 83 animals in the experimental testing distributed in a completely randomized 2 x 4 and two nutrient managements (restricted and unrestricted) and four stages of pregnancy (0, 90, 110, 130 and 140 days). The sheep were slaughtered according to the gestational period following the protocol submitted to the Ethics Committee on Animal Experiments (protocol # 77/2006). The mineral solution was obtained by wet. Phosphorus was determined by colorimetry, sodium and potassium determined in flame spectrophotometer. Analyses of calcium, magnesium, manganese, zinc, copper and iron were performed by atomic absorption spectrophotometry. The mineral content (macro and micro) were determined by the concentration of the carcass, brain + feet, visceral fat, viscera, organs, skin, blood, mammary gland, uterus (uterus + placenta), fetus and fetal fluid. The gestational period affected the weight of body components of sheep except for fetal fluid. The level of 15% energy protein restriction imposed did not affect the concentration of any of the minerals studied here. The estimation of body composition to pregnant sheep was found from 17.15 to 25.79 g Ca, 11.03 to 17.62 g of P, 2.14 to 2.86 g Na, 1.89 to 2, 65 g of potassium, 0.31 to 0.50 g of Mg from 4860.50 to 7903.40 mg of Fe, from 2359.16 to 3077.50 mg Zn; 267.06 to 699.22 mg Cu and 142.21 to 300.59 mg of Mn per kg EBW depending on the gestational stade. It is possible to use regression equations to predict the amount of mineral retained in the fetus due to its weight, whatever the nutritional management adopted.

**Keywords:** body, macrominerals, microminerals, pregnancy, sheep

## 1. INTRODUÇÃO

Os minerais estão envolvidos em quase todas as vias metabólicas do organismo animal, com funções importantes na reprodução, no crescimento, no metabolismo energético entre outras tantas funções fisiológicas vitais não só para a manutenção, como também para o aumento da produtividade do animal.

Sabe-se que aproximadamente 5% do peso total do corpo dos animais é constituído de minerais, de maneira que são classificados como macro (Ca, P, Mg, S, Na, K, Cl) ou microminerais, também chamados de elementos traço (Zn, Fe, Co, Cu, Mn, I, Se, Mo, F, Ni), dependendo da quantidade requerida pelo animal. Os macroelementos são utilizados principalmente para funções estruturais (cálcio, fósforo, enxofre) ou para a manutenção do balanço ácido-base (sódio, potássio e cloro) e são geralmente expressos em g/kg. Já os elementos traço, em mg/kg, atuam principalmente como cofatores enzimáticos (ferro, manganês e cobre), contribuindo de forma estrutural ou funcional para a atividade de enzimas (zinco, molibdênio, selênio), hormônios (iodo) ou vitaminas (cobalto) (Berchielli, 2006).

Entretanto, a variação da quantidade requerida de minerais pelo animal pode ser afetada tanto pelos aspectos da fonte mineral (disponibilidade e forma química do elemento) como por fatores intrínsecos ao indivíduo (grupo genético, idade, sexo, estágio fisiológico, etc). Além disso, dietas deficientes em energia e/ou proteína também podem afetar o metabolismo de alguns minerais. Portanto, ao se discutir os aspectos da nutrição mineral deve-se ter em mente que nenhum mineral atua isoladamente, e que seu mecanismo de ação depende da presença quantitativa de outros minerais, assim como dos demais nutrientes da dieta.

Durante as semanas que antecedem ao parto e no início da lactação eleva-se a demanda de uma grande quantidade de minerais, principalmente de cálcio, fósforo e magnésio devido os processos de calcificação fetal e preparação para a lactação. Neste período, o organismo materno não consegue suprir a demanda apenas com a ingestão, tendo estes minerais que serem mobilizados da reserva óssea. Caso os nutrientes não forem suficientes nas últimas semanas que antecedem ao parto, a concorrência entre mãe e feto poderá levar ao aborto.

A diversidade de minerais presentes nos alimentos, bem como, sua disponibilidade, juntamente com as diferentes exigências nutricionais de acordo com o estágio fisiológico do animal, sugerem variações nos teores de minerais que as dietas devem conter. Dessa forma,



para o AFRC (1991), a máxima eficiência produtiva só pode ser obtida com o conhecimento adequado das exigências nutricionais dos animais e da composição química dos alimentos.

Contudo, no Brasil o balanceamento das dietas é feito com base nas recomendações preconizadas pelos comitês internacionais, os quais são obtidos com ovinos lanados em ambientes temperados e, muitas vezes, extrapolados de dados obtidos com outras espécies animais.

Desse modo, a adoção destes dados na formulação de rações para ovinos deslanados pode não proporcionar os resultados esperados, pela falta ou pelo desperdício de nutrientes, afetando a produtividade e/ou o custo de produção. Diante desse relato, torna-se necessário estabelecer os padrões alimentares de ovinos deslanados nas condições brasileiras, para obtenção de um sistema nutricional mais eficiente e econômico.

Os ovinos representam uma opção ao desenvolvimento pecuário brasileiro por sua precocidade, prolificidade e pela adaptação às mais distintas condições ambientais e de manejo. Dentre as raças ovinas, a mais utilizada no Brasil hoje é a Santa Inês, originária do cruzamento das raças Morada Nova, Bergamácia, Somalis e SRD (sem raça definida), sendo selecionada no nordeste mas começou a ser criada por todo o país com grande aceitação. No entanto, há pouca informação relacionada às exigências nutricionais das mesmas, em especial durante a gestação, e a situação ainda se agrava quando essa deposição é estudada com foco nos minerais.

Frente ao que foi exposto, objetiva-se com esse estudo relatar as possíveis mudanças na composição corporal de minerais em ovelhas da raça Santa Inês sob restrição alimentar em distintas idades gestacionais.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Composição Corporal**

O corpo do animal é composto basicamente por água, proteína, gordura e minerais. As proporções desses componentes variam de acordo com fatores, como raça do animal, idade, velocidade de crescimento, condição sexual, plano nutricional, estágio fisiológico e uso de hormônios.

O estudo da composição corporal dos animais, bem como de suas exigências para manutenção, produção, gestação e lactação são importantes para a implantação de programas nutricionais a fim de reduzir custos e aumentar a produtividade.

Para se estimarem as exigências nutricionais, é fundamental o conhecimento da composição corporal e do ganho em peso, uma vez que estas características estão diretamente relacionadas. O método fatorial é bastante utilizado para a determinação das exigências nutricionais dos animais, pois fraciona as exigências dos animais em seus diversos componentes de produção: exigências de manutenção, de crescimento, de produção, gestação e de lactação (ARC, 1980).

Outros métodos têm sido propostos para se estimar a composição corporal além do método direto (análise de todos os tecidos): gravidade específica da carcaça, gravidade específica da seção da nona à décima primeira costela, radioisótopos (técnicas de diluição) e ultrassom. Dentre esses, o método direto é o mais preciso, porém o mais caro, pois além de exigir o sacrifício dos animais, exclui a possibilidade de utilizá-los em outros estudos (Resende, 2006). Entretanto, o conhecimento da composição de cada parte do corpo animal permite identificar a prioridade de nutrientes, dependendo do estágio fisiológico que o animal se encontra. McNeill et al. (1996) e Scheaffer et al. (2004) verificaram que o útero gravídico possui total prioridade na captação de nutrientes, para poder promover o bom desenvolvimento da gestação.

## **2.2 O período gestacional**

A gestação é uma fase importante na vida das fêmeas, já que as transformações que ocorrem afetam não somente o aparelho reprodutivo, mas todo o organismo animal (Costa et al., 2005). Nessa fase, o metabolismo da mãe sofre profundas modificações, pois deve prover o feto de todos os princípios nutritivos em quantidades suficientes, embora haja, durante a gestação, uma notável melhoria nos processos de absorção do conduto alimentício, particularmente na assimilação de substâncias minerais.

Durante a gestação, o nível nutricional tem extrema importância, sobretudo nos últimos 45 dias, quando os tecidos fetais têm maior desenvolvimento (Kadu & Kaikini, 1987; Costa et al., 2003). Se os nutrientes não forem suficientes nas últimas semanas que antecedem o parto, a concorrência entre mãe e feto poderá levar ao aborto (Costa et al., 2003). Portanto, o estágio final da gestação requer dietas adensadas devido à mudança na anatomia da gestante (capacidade reduzida do aparelho digestivo devido ao aumento do útero) e pela mobilização de quantidades expressivas de cálcio e fósforo para compor o feto e o leite.

A exigência de minerais na fêmea gestante, pode variar de acordo com a quantidade de partos da mesma (borregas x ovelhas), número de fetos e fase da gestação, sendo que a depender do mineral requerido, esse pode ter maior exigência, no início ou no final da

gestação. O ARC (1980) recomenda que para calcular as quantidades de nutrientes depositadas no útero grávido, em sucessivos estádios da gestação, faz-se necessário conhecer: a quantidade total de nutrientes no feto; a quantidade adicional depositada nas membranas fetais, fluidos e parede uterina e a quantidade de nutrientes depositada em diferentes estádios da gestação.

Segundo Coelho da Silva (1995), a concentração de cálcio e fósforo tem sido positivamente relacionado com a idade fetal sendo o maior aumento observado no terço final da gestação, devido este ser o período de maior calcificação do esqueleto fetal.

A exigência de cálcio eleva-se acentuadamente dos 90 aos 143 dias de gestação (Care, 1986). Durante este período, grande quantidade de minerais são mobilizadas para atender a formação do esqueleto durante o maior crescimento do feto e o início da produção de leite. Segundo Grace et al. (1986) a fração fetal do total de minerais do útero gravídico aumenta mais rapidamente acima dos 100 dias de gestação e então passa a aumentar lentamente até o 143 dia quando a quantidade de Ca, P, Cu e Mn passam a explicar por 92% da quantidade total de minerais no útero gravídico.

Segundo (Rattray et al., 1974; McDonald et al., 1979; Grace et al., 1986; House & Bell, 1993), a concentração de cinzas no útero gravídico eleva-se com o avanço da gestação devido principalmente ao aumento da massa tecidual do feto. Porém, análises específicas dos minerais que a compõem mostram que o aumento desta concentração difere entre minerais e tecidos considerados.

Borges et al. (2000) abordaram que ocorre diminuição dos valores das medianas da excreção fracionada de cálcio comparando-se os momentos antes da gestação com os momentos durante a gestação. As novilhas Nelore antes da gestação apresentaram 3,72% em média, enquanto que as gestantes apresentaram entre 1,06% até 2,70%, esse último encontrado na última coleta entre 226 a 270 dias de gestação.

Ribeiro et al. (2004) pesquisando perfil metabólico de ovelhas, encontraram menores valores plasmáticos de cálcio para ovelhas em gestação e início de lactação, 1,89 e 1,85 mmol/L, respectivamente. E concluíram que isso tenha ocorrido devido à maior necessidade de Ca para o crescimento fetal e a síntese de leite. Os mesmos autores também verificaram o mesmo para fósforo, sendo mais acentuada a deficiência no avanço da lactação (1,34 mmol/L no início e 1,00 mmol/L no fim da lactação). Os valores de magnésio encontrados estão dentro dos níveis de referência.

Braitwaite et al. (1970) estudaram o metabolismo do cálcio em ovelhas gestantes e segundo estes pesquisadores o balanço do cálcio em ovelhas gestantes torna-se negativo no

final da gestação devido a demanda elevada de cálcio para a calcificação do esqueleto fetal e à incapacidade intestinal de absorver tal quantidade demandada, acarretando assim aumento de reabsorção óssea durante este período, o qual perdurou até aproximadamente 40 dias após o parto, a taxa de reabsorção óssea durante essa fase foi reduzida e a taxa de absorção e de acréscimo ósseo foram elevadas tornando positivo o balanço de cálcio.

### **2.3 Efeito da restrição alimentar sobre a gestação**

A baixa disponibilidade de nutrientes na dieta de fêmeas gestantes pode afetar o desenvolvimento de órgãos do feto, a fisiologia do animal ao nascer, bem como elevar as taxas de mortalidade, proporcionar baixo peso ao nascer e maior tempo para chegar ao abate. O período de desenvolvimento fetal é a fase mais crítica para fêmea ruminante. Segundo Coelho da Silva (1995), uma restrição nutricional neste período leva à redução do peso ao nascimento de 10 a 25%, dependendo do grau de restrição.

Além disso, fêmeas mal nutridas durante a gestação apresentam maior tempo de recuperação, aumentando o período entre as parições e menor número de partos duplos.

Greenwood et al. (1998) afirmaram que a restrição alimentar durante a gestação afeta o metabolismo energético do feto e essa alteração é ainda mais pronunciada nas primeiras semanas de vida do cordeiro, porque a capacidade de utilização da energia para deposição de tecidos é limitada, resultando em menor crescimento e desenvolvimento desses animais.

Os mesmos autores relataram que ovelhas submetidas à restrição alimentar pré-natal apresentam menores exigências em energia de manutenção e, quando suplementadas após o nascimento, têm maiores taxas de deposição de gordura na carcaça.

### **2.4 A importância dos minerais na nutrição animal**

A alimentação animal é um ramo da zootecnia que visa nutrir os animais de maneira satisfatória para que estes produzam de acordo com o sistema de produção aos quais estes estão inseridos. Para tal, é importante oferecer aos mesmos dietas com quantidades de nutrientes que atendam às exigências nutricionais dos animais em todas as fases fisiológicas da vida dos mesmos.

Os minerais constituem a fração inorgânica do corpo dos animais onde atuam exercendo funções estruturais, como cofatores enzimáticos, na transmissão de impulsos nervosos, armazenamento de energia, transporte de compostos para o interior celular, contrações musculares e manutenção da osmolaridade celular. São definidos como essenciais quando

alguma função vital exercida pelo mineral no organismo é comprovada, sendo então divididos em macro e microminerais em função da quantidade exigida pelo organismo.

Assim, a classificação de macro e microminerais está relacionada com as concentrações desses elementos nos tecidos que, de certa forma, indicam suas necessidades orgânicas. Os minerais são elementos químicos inorgânicos classificados como macro quando requeridos de 100 mg/d (Ca, P, K, Mg, S, Na, Cl), e micronutrientes quando requeridos de micrograma até 100 mg/d (Co, Se, Si, Zn, I, Fe, Mo, Cu, Mn e F e Ni).

Os macroelementos são utilizados principalmente em funções estruturais (Ca, P, S), ou para a manutenção do balanço ácido-base (Na, K, Cl). Os microminerais atuam principalmente como cofatores de enzimas (Mg-hexoquinase e glicose 6 fosfatase, Cu, Fe-citocromo oxidase e hemoglobina, Cu- citocromo oxidase, Mn-Arginase, K e Mg-piruvato quinase, Ni-urease,), contribuindo na forma estrutural e ou funcional para a atividade da enzima (Zn-cicatrizante imunológico, Mo-nitrato redutase, Se (Glutationa peroxidase) antioxidante junto com vitamina E e AA sulfurosos,) hormônios (I-tireóide) ou vitaminas (Co-produção vitamina B12 microrganismos do rúmen).

Interações entre minerais podem mudar o aproveitamento do mesmo, estas podem ocorrer durante a absorção, transporte, captação celular, função intracelular ou em locais de armazenamento ou de excreção (NRC, 2007). O cálcio interfere na absorção de outros nutrientes, como exemplo Zn, causando paraqueratose. Altos teores de K podem diminuir a absorção de Mg. A absorção de P, pode ser prejudicada pelo Mg, Al e Fe, que formam precipitados fosfatados no trato intestinal, e pelo Mo e Cu (Figura 1).

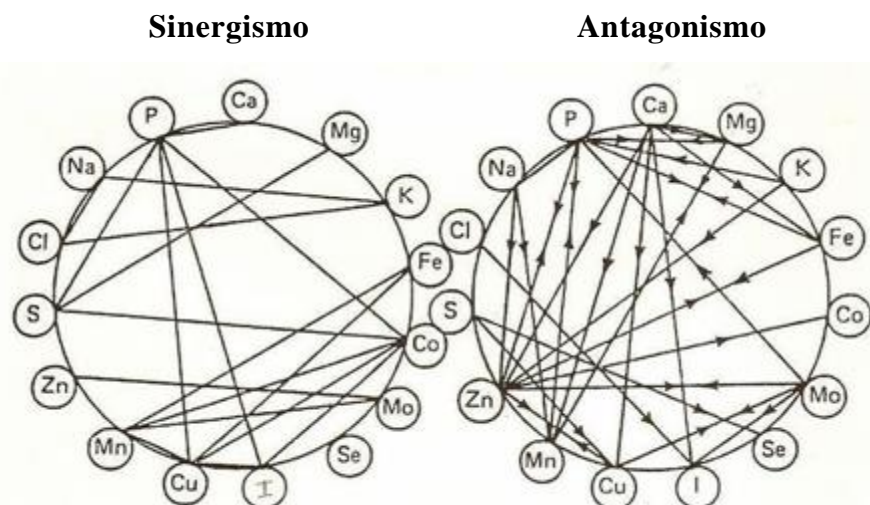


Figura 1. Interações metabólicas de alguns minerais essenciais.  
(Adaptado de Georgievskii, 1982)

A maior fonte de minerais para os animais são os alimentos, no entanto, em certas circunstâncias a água pode contribuir significativamente em quantidade de iodo, manganês, ferro, enxofre, sódio, cloro e magnésio. Em geral, forragens são ricas em K e Fe e deficiente em Na. Cereais são ricos em fósforo, e pobre em K, Cu, Zn, Mn, I e Co. A proteína da dieta oriunda de algumas sementes de leguminosas são mais ricas em minerais do que os cereais e as forrageiras (NRC, 2007).

A disponibilidade dos minerais pode variar com a idade e espécie animal, ingestão do mineral e sua necessidade, forma química na qual o mineral é ingerido, conteúdo e proporção de outros elementos na dieta, bem como suas interações metabólicas. Na, K e Cl são quase que completamente absorvidos tanto para ruminantes como para monogástricos, no entanto, para outros minerais como Mn, Fe Zn e Cu somente uma pequena porcentagem é absorvida.

O metabolismo mineral em ruminantes envolve grande complexidade com interação entre vários elementos macro e microminerais (Underwood, 2001). Variações fisiológicas podem ser influenciadas pela raça, idade, sexo, atividade física, condições nutricionais e ambientais, regime de manejo, estágio reprodutivo e da lactação, estação do ano e produção leiteira do animal (Avidar et al., 1981; Kaneko, 1989; Gomide et al., 2004).

Como os minerais são definidos como um conjunto de elementos inorgânicos que constituem o corpo dos animais que não são sintetizados pelo organismo, os mesmos necessitam ser obtidos através da dieta devendo ser inseridos e contabilizados como nutrientes das rações.

Devido à falta de referências no cálculo de rações em sais minerais, no Brasil tem sido feita utilizando as recomendações de comitês internacionais obtidas com animais de raças diferentes, criados sob condições ambientais e nutricionais diversas e de aptidões e potencial genético discrepantes dos animais criados em nosso país, principalmente quando se trabalha com animais deslanados.

Alguns eventos requerem especial demanda de minerais, como lactação, fase de crescimento do esqueleto, crescimento de fibra da lã ou do pêlo, e gestação.

#### *2.4.1 Cálcio*

O elemento cálcio (Ca) foi isolado pela primeira vez em 1808, mas somente por volta de 1840 foi constatada sua essencialidade para a formação dos ossos e para o crescimento normal dos animais.

O Ca é o elemento mais abundante no corpo dos animais. Juntamente com o fósforo representam 70% dos minerais do organismo e variações em seus depósitos corporais ao

longo dos estádios produtivos e reprodutivos causam variações no teor de cinzas do corpo animal; 98 a 99% do cálcio encontrado no corpo estão nos ossos e nos dentes, na qual são responsáveis por conferir resistência e dureza a essas partes. O osso é um tecido dinâmico, onde suas células se dissolvem e se reabsorvem, o balanço na atividade dessas células está ligado ao crescimento corporal (NRC, 2007). O restante do cálcio encontra-se distribuído nas células dos tecidos moles e líquidos extracelulares.

O Ca é essencial na formação do esqueleto, na transmissão de impulsos nervosos (função neuromuscular), contração muscular, coagulação sanguínea, relaxamento e contração dos vasos sanguíneos, ativação enzimática, como a lipase, permeabilidade da parede celular, produção de leite e está ligado à eficiência no ganho de peso dos animais (NRC, 2007).

Esse mineral é absorvido principalmente no duodeno e jejuno, sendo o primeiro por transporte ativo e é facilitado pela ação da vitamina D, enquanto que a absorção no jejuno é feita pelo sistema passivo de difusão iônica. A eficiência na absorção de cálcio pelo animal pode ser comprometida por vários fatores, como baixos níveis de vitamina D e das interações com outros minerais (P, Mg e Al), além de depender da exigência nutricional e do nível alimentar imposto ao animal (Braithwaite, 1975).

A nutrição adequada de Ca depende não somente de um suplemento dietético suficiente, mas também da forma química na qual eles ocorrem na dieta e a relação Ca:P na mesma também é importante. Assume-se que uma relação de Ca:P entre 1:1 e 2:1 é ideal para o crescimento e formação dos ossos uma vez que esta é, aproximadamente, a relação existente entre os dois minerais nos ossos. Quantidades excessivas de Ca e P na ração podem influenciar negativamente a disponibilidade de microelementos (Conrad, 1985).

A excreção do Ca ocorre pela urina, suor e fezes, sendo esse último em maior quantidade, já que as perdas de cálcio pela urina são relativamente baixas devido ao processo de reabsorção a nível renal.

As necessidades desse mineral, assim como dos outros elementos, dependem do peso corporal, da velocidade de crescimento, da idade, sexo, raça, nível de produção, estágio fisiológico, além da forma química do elemento na dieta bem como proporção de outros nutrientes na dieta e as interações entre os minerais. Tem sido demonstrado (Sykes & Field, 1972) e (Braithwaite, 1978) embora ainda não tão bem elucidado, que a restrição proteica afeta o metabolismo do cálcio em ovinos ocorrendo um aumento de mobilização óssea devido a problemas gerados na absorção intestinal do cálcio ou no momento de sua deposição na matriz óssea.

Consumo abaixo do nível recomendado de Ca pode causar nos animais enfraquecimento dos ossos, crescimento retardado, baixa produção de leite, além de poder ocasionar hipocalcemia puerperal em fêmeas no pré-parto e raquitismo em animais jovens. As deficiências de cálcio podem ser prevenidas diretamente através da suplementação da dieta com suplementos minerais, tendo como principais fontes: carbonato de cálcio e fosfato bicálcico (fonte de P).

A composição de cálcio e fósforo varia entre as partes corporais, estando a maior concentração nos ossos (carcaça, cabeça e patas) em comparação aos tecidos moles. O nível de Ca normal no sangue varia de 8-12 mg/100 mL (McDowell, 2003).

Em geral, a concentração de cálcio e fósforo nos órgãos e vísceras mostram-se maiores que as encontradas no músculo esquelético. A concentração de cálcio no fígado, baço, rins e coração de ovinos (6-8 meses de idade) foram avaliados por Abdulah (2008), o qual encontrou concentrações de 6,09; 7,39; 7,74; 6,26 g/Kg MS para os respectivos órgãos. Smith et al. (1952) reportaram para ovinos de quatro a dez meses de idade, os seguintes valores para a concentração de fósforo, expressos em g/Kg, 13,8 a 14,3; 13,7 a 13,5; 12,3 a 11,7; 10,2 a 9,0 para fígado, baço, rins e coração, respectivamente.

A concentração nas vísceras também assemelha-se àquela descrita para os órgãos. A variação na concentração de fósforo em g/Kg de MS no rúmen, omaso, abomaso, língua, pulmão, intestino delgado, ceco, colo, reto de ovinos de um e dez meses de idade foram mostradas pelo trabalho de Smith et al (1955) como sendo de 11,9 a 10,7; 11,3 a 8,2; 11,4 a 9,9 ; 18,3 a 13,3 ; 12,8 a 8,5 ; 11,7 a 8,8 e 9,5 a 5,5, respectivamente.

O sangue em geral apresenta baixa concentração de cálcio e fósforo os quais geralmente são expressos por miligrama por 100 ml. Os valores encontrados para a concentração de cálcio e fósforo nos sangue de ovelhas são da ordem de 11,6 mg/100 ml e 9,2 mg/100 ml, respectivamente (Pearson et al., 1949; Altman e Dittmer, 1961). Sendo que sua composição pode ser alterada em função do estágio em que se encontra o animal, bem como em função da dieta e condição de saúde.

Costa et al. (2003) trabalhando com cabras dos 100 aos 140 dias de gestação, relataram que a deposição de minerais para gestações com um e dois fetos, o conteúdo de cálcio durante a gestação de cabras foi de 38,9 e 78,7 g nas gestações de um e dois fetos, respectivamente. Em face da inexistência de informações com a espécie caprina, eles fizeram deduções a partir de ovinos segundo o ARC (1965), que cita conteúdos de 62,3 e 105,6 g para gestações de ovinos produzindo, respectivamente, um cordeiro de 5,9 kg e dois cordeiros



pesando 10,0 kg. Considerando-se que os fetos caprinos pesaram, respectivamente, 3,52 e 6,24 kg aos 140 dias de gestação, a retenção de Ca obtida para os dois casos seria semelhante.

As perdas endógenas de cálcio e fósforo têm sido avaliadas em função de vários aspectos tais como: categoria animal, peso vivo, ingestão de matéria seca, ganho de peso. No AFRC (1991) a ingestão de alimento está apresentada como um importante fator a ser considerado nas exigências de manutenção destes minerais, recomendando então, equações que levem em consideração além do PV, a ingestão de matéria seca (MS). Com isso preconiza para animais lanados com 20 kg de peso vivo exigência diária de manutenção de 0,7 g de Ca e 0,5 g de P. Para exigência de ganho, o AFRC (1991) e ARC (1980), recomendam teores de 1,7 g/dia de Ca e 1,3 g/ dia de P e 1,5 g/ dia de Ca e 0,7 g/ dia de P, para cada 100g de ganho de PV, respectivamente. Gonzaga Neto et al. (2005) descreveu que as exigências líquidas de ganho para cordeiros Morada Nova variaram de 13,54 a 11,74 mg de Ca e 7,96 a 7,02 mg de P por g de ganho de PV.

#### 2.4.2 Fósforo

O fósforo (P) foi descoberto em 1669 por Brandt, mas somente após um século de sua descoberta é que os químicos constataram sua presença no tecido ósseo. Na natureza, ele se apresenta em forma de fosfatos e é o segundo mineral mais abundante no organismo.

O P atua na formação e manutenção dos ossos e dentes; no metabolismo dos carboidratos, gorduras e proteínas, no transporte de energia (ATP e ADP), na produção de leite, como componentes das moléculas de ácidos nucleicos (DNA e RNA), importantes na transmissão genética e controle do metabolismo celular; no equilíbrio ácido-base; na formação dos fosfolipídeos, nos sistemas enzimáticos (AMP- cíclico é ativador de vários sistemas enzimáticos) (Cavalheiro & Trindade, 1992).

Cerca de 80% do fósforo são encontrados no esqueleto e dentes, na qual são responsáveis por conferir resistência e dureza a essas partes. Os 20% restantes estão distribuídos entre os tecidos moles, concentrando-se nas células vermelhas do sangue, músculos e tecidos nervosos. Além de sua importância no esqueleto, o P também é essencial para a ação dos microrganismos no rúmen, especialmente aqueles que digerem a celulose (Conrad, 1985).

A absorção de P ocorre, principalmente, no duodeno, é estimulada pela vitamina D e pode ser influenciada pelas fontes, idades dos animais e a presença de outros nutrientes, tais como: lipídios, lactose, cálcio, ferro, alumínio, potássio, magnésio e manganês. A excreção ocorre em sua maior parte pelas fezes e uma pequena quantidade é eliminada pela urina. O

metabolismo do P em um pouco complexo, pois envolve trocas entre as reservas do esqueleto, fósforo armazenado em outras partes do corpo, além do P absorvido.

A deficiência mineral mais comum é a de P já que a maioria dos solos e plantas tropicais têm baixos níveis do elemento. Contudo, sinais da deficiência não são facilmente reconhecidos exceto em casos severos quando os animais apresentam ossos fracos, fraqueza generalizada, perda de peso, enrijecimento, queda na produção de leite e apetite depravado. A deficiência de P durante a gestação/lactação pode ocasionar baixo desempenho reprodutivo ou ainda deficiência no crescimento do borrego (Synkes & Russel, 2000).

Em geral os animais apresentam problemas de locomoção, porém, em fêmeas, a deficiência em P está associada com o anestro, baixa fertilidade e produção de leite até que os níveis de P corporal se apresentem normal o que pode ser obtido via suplementação mineral. Entre as principais fontes de P destaca-se o fosfato bicálcico sendo que, numa boa mistura mineral, o elemento P representa de 50 a 80% do custo dessa mistura.

A exigência de P para ovelhas gestantes é calculada apenas entre o período de 105-133 dias, e nos últimos 14 dias de gestação separadamente, levando em consideração que ambos só se diferenciam do requisito de manutenção a partir do estágio avançado de desenvolvimento do feto.

Sikes & Dingwall (1976), trabalhando com ovelhas entre 11-15 semanas de gestação encontrou valores de composição corporal referentes ao corpo vazio da ovelha ao parto, corpo do feto de 355 g e 12,25 g, respectivamente. O NRC (1985) estima a exigência em 2,0-2,9 g P/Kg de MS ingerida para ovelhas gestantes e lactantes. A derivação das estimativas fatoriais de exigência de fósforo para ruminantes é particularmente difícil, devido ao problema de definição da exigência de manutenção a um nível comensurável em relação à mineralização óssea e produção (Braithwaite, 1984b; Challa et al., 1989; Scott et al., 1995).

Queiroz et al. (2000b) encontraram, em cabritos da raça Alpina, exigência líquida de fósforo para manutenção de 13,7 mg P/kg PV/dia. Enquanto que Resende (1989), trabalhando com caprinos SRD x Alpina e Toggenburg em crescimento, verificou que as exigências líquidas dos macrominerais para ganho foram semelhantes às de ovinos, porém inferiores às de bovinos, estimando valores de: 7,18 a 6,89 mg de P/g de ganho.

O ARC (1980) estima que a deposição em feto, fluido placentário e tecido placentário de P é de 0,111g/dia durante o estágio de desenvolvimento, enquanto que para cada quilo de cordeiro nascido se estima 0,138 g/dia. Segundo estimativa sugerida por Souza (2010), para a produção de cada quilograma de feto oriundo de ovelhas Santa Inês são necessários 6,32 gramas de fósforo.

### 2.4.3 Sódio

Isolado em 1807, o sódio (Na) talvez possa ser considerado o elemento mineral mais deficiente na dieta dos animais domésticos criados em pastejo (Cavalheiro & Trindade, 1992). O corpo animal contém em torno de 0,20% de sódio sendo que mais da metade desse elemento encontra-se distribuído nos fluidos extracelulares. O sódio tem a função de manter a pressão osmótica e regular o equilíbrio ácido-base e está envolvido, especificamente, no metabolismo da água, na absorção de nutrientes e na transmissão de impulsos nervosos (Conrad et al., 1985). É o principal cátion do fluido celular e sua concentração está assim distribuída no corpo do animal; o osso contém 4g de Na/kg, os músculos com 750 mg de Na/kg e os fluidos contém 3,5 g de Na/kg (Silva, 1995).

Os sais de sódio são rapidamente absorvidos através das paredes intestinais, mas também pode ocorrer alguma absorção pelo estômago. O organismo animal não armazena sódio e quando consumido em excesso é rapidamente excretado pela urina. Entretanto, em situações de carência, o organismo conserva o Na reduzindo a quantidade excretada pelo leite, fezes e urina. Na saliva, o elemento pode ser substituído pelo K a fim de manter as proporções normais nos fluidos (Underwood & Suttle, 1999).

A deficiência de Na é mais comum em animais submetidos a sistema de pastejo, devido aos baixos teores do mineral nas forragens (McDowell, 1999); em animais de crescimento rápido; além de fêmeas em lactação, devido à excreção de sódio no leite; e em regiões de temperatura elevada, onde ocorrem perdas de sódio através da transpiração. Animais com deficiência desse mineral consomem menos alimento, observando-se conseqüentemente um crescimento mais lento e uma diminuição na produção de leite, carne e lã. Os animais tornam-se ávidos pelo sal comum (cloreto de sódio), sendo capazes de percorrer longas distâncias para receber o sal; além de lamber madeira, solo, suor de outros animais e a procura pela água é intensa.

Geralmente, as concentrações médias de sódio nas pastagens são consideradas deficientes para suprir as necessidades nutricionais de bovinos e ovinos, mas esta deficiência é facilmente superada pelo fornecimento de sal comum *ad libitum* para os ruminantes em pastejo. Recomenda-se que as rações para confinamento contenham 0,25% de sal. A reação do animal à deficiência de Na é muito rápida e faz-se presente mesmo antes dos sinais clínicos tornarem-se aparente. Desta forma, o melhor critério para se determinar os níveis de Na é análise das concentrações de Na e K na saliva, onde deficiência causa decréscimo do primeiro acompanhado de aumento dos níveis do segundo mineral (Conrad, 1985).

A maioria dos animais pode tolerar grande quantidade de sal na dieta desde que um fornecimento adequado de água esteja sempre disponível.

O ARC (1980), considerando ovinos em crescimento, quantificou os conteúdos corporais de sódio em 1,1 g/kg de peso corporal vazio (PCV). Entretanto, o NRC (1985) estimou as exigências de Na para ovinos em crescimento, com base em ensaios de alimentação, utilizando dados de trabalhos nos quais foram testados diferentes níveis destes minerais e chegou a valores na faixa de 0,09 a 0,18 % de Na na matéria seca (McDowell,1999). Conrad (1985) recomenda 0,04 a 0,18% de sódio para ruminantes em pastejo sendo o nível mais alto para vacas em lactação.

Costa et al. (2003) trabalhando com cabras dos 100 aos 140 dias de gestação, relataram que a deposição de minerais para gestações com um e dois fetos, representou, respectivamente: 50,7 e 49,4% de sódio. Esses mesmos autores encontraram retenção líquida de Na dos 50 aos 120 dias de gestação onde os teores se elevaram de 0,05 g para 0,18 g, reduzindo-se para 0,13 g aos 140 dias de gestação. Essa redução deve-se, provavelmente, à menor proporção dos fluidos fetais em relação ao útero grávido no final da gestação.

O ARC (1980) não traz recomendações quanto à retenção diária de minerais como sódio para ovinos ou caprinos durante a gestação, embora afirme que as exigências de sódio são mais altas em ovinos que em bovinos e em animais jovens que em animais adultos. Esse comitê preconiza valores de exigência para manutenção de 0,57 g/dia de Na e para ganho de 100 g, 0,12 g/dia de Na para animais de 20kg de PV. Baião et al. (2003) encontraram exigências líquidas de ganho de 1,03 a 0,78 g de Na por kg de peso vivo. Segundo Lana (1992), as exigências de sódio variam de 0,1 a 0,2% da MS (0,25 a 0,5% do sal comum). Já Grace (1983), estimou as exigências para ovinos em 700 a 900 ppm de Na na MS e Resende (1989), trabalhando com caprinos SRD x Alpina e Toggenburg em crescimento, verificou exigências líquidas de 1,20 a 1,12 mg de Na/g de ganho.

#### 2.4.4 Potássio

O potássio (K) é o terceiro elemento mineral abundante no corpo animal e se faz presente em uma variedade de funções fisiológicas como balanço osmótico, equilíbrio ácido-base, envolvendo-se, especificamente, na célula, no metabolismo da água, na absorção de nutrientes e na transmissão de impulsos nervosos tornando-se essencial à vida (CONRAD et al., 1985). Juntamente com o sódio, estão presentes nos fluidos e nos tecidos moles do corpo.

O K é absorvido, principalmente, no intestino delgado e 90% de sua excreção é feita pelos rins. O restante é eliminado pela transpiração. Suas reservas no organismo são pequenas

e os animais necessitam receber diariamente esse mineral na dieta. Perturbações digestivas ou condições de estresse provocam perdas apreciáveis desse elemento. No entanto, níveis altos de K na dieta podem prejudicar a absorção do magnésio, sendo considerado um dos elementos que indiretamente induz à ‘tetania das pastagens’.

Animais com deficiência de potássio tornam-se inapetentes, apresentam crescimento retardado, decréscimo no consumo de alimento e água, fraqueza muscular, desordens nervosas, rigidez e paralisia (Conrad, 1985).

As concentrações médias de potássio nas amostras forrageiras são consideradas adequadas para suprir as exigências nutricionais de ovinos que, conforme o NRC (1985), as recomendações ficam em 0,65% na MS. Portanto, normalmente não se faz necessária a suplementação com potássio, mas em situações excepcionais, tais como estresse em consequência de altas temperaturas o carbonato, bicarbonato ou o cloreto de potássio podem ser usados. Estudos na Flórida indicam que 0,8% de K não é adequado sob estresse por altas temperaturas, particularmente, em vacas com alta produção de leite (Beede et al., 1983).

A avaliação de deficiência de K é extremamente difícil. Consumo reduzido de alimento pode ser sinal precoce de uma dieta inadequada desse elemento. Como avaliações de deficiência de K baseado nas análises de tecidos não são confiáveis, concentração de K na dieta parece ser o melhor indicador do nível do mineral (Conrad, 1985). Quanto a toxicidade de K não há muitos relatos, já que todo K ingerido além do nível requerido é excretado rapidamente fazendo com que essa toxicidade não seja problema em condições normais.

Costa et al. (2003) trabalhando com cabras dos 100 aos 140 dias de gestação, relataram que a deposição de minerais para gestações com um e dois fetos, representou, respectivamente: 62,0 e 63,4% de potássio. Esses mesmos autores encontraram retenção líquida de K dos 50 aos 120 dias de gestação onde os teores se elevaram de 0,03 g para 0,22 g reduzindo-se para 0,20 g aos 140 dias de gestação. Essa redução deve-se, provavelmente, à menor proporção dos fluidos fetais em relação ao útero grávido no final da gestação.

O requerimento de potássio para ovinos é estimado em 0,5 a 0,8% da matéria seca da dieta e parece ser maior para animais sob estresse, que perdem potássio no suor (McDowell, 1999).

Embora o ARC (1980) não forneça recomendações quanto à retenção diária de potássio para ovinos ou caprinos durante a gestação, estão sendo encontradas médias de 0,22 g/dia para gestação de um feto e 0,36 g/dia para gemelar em cabras (Costa et al., 2003). Esse comitê preconiza valores de exigência para manutenção de 1,3 g/dia de K e para ganho de 100 g, 0,2 g/dia de K para animais de 20kg de PV. Baião et al. (2003) encontraram em suas pesquisas

exigências líquidas de ganho de 1,37 a 1,07 g de K por kg de peso vivo. Segundo Lana (1992), as exigências de potássio variam de 0,2 a 0,6% da MS.

O ARC (1980), considerando ovinos em crescimento, quantificou os conteúdos corporais de potássio em 1,8 g/kg de peso corporal vazio (PCV). Entretanto, o NRC (1985) estimou as exigências de K para ovinos em crescimento, com base em ensaios de alimentação, utilizando dados de trabalhos nos quais foram testados diferentes níveis destes minerais e chegou a valores na faixa de 0,50 a 0,80% de potássio na matéria seca (McDowell, 1999).

Enquanto que Resende (1989), trabalhando com caprinos SRD x Alpina e Toggenburg em crescimento, verificou que as exigências líquidas dos macrominerais para ganho foram semelhantes às de ovinos, porém inferiores às de bovinos, estimando os valores 1,47 a 1,22 mg de K/g de ganho.

#### 2.4.5 Magnésio

O magnésio (Mg), quarto elemento em abundância no corpo, é encontrado na maioria dos tecidos do corpo, sendo que 50 a 70% encontram-se nos ossos e 30 a 50% nos fluidos e tecidos moles (Lana, 1992). O magnésio atua como constituinte dos ossos e dentes (dentina); ativador (cofator) de aproximadamente 80 reações enzimáticas, transferindo fosfato de alta energia do ADP para o ATP; além de exercer grande influência na atividade neuromuscular e no aumento da gordura e leite (leite contém 0,015% de Mg). Apesar de estar associado com o cálcio e com o fósforo nos tecidos e no metabolismo animal, altos níveis dietéticos de cálcio e fósforo reduzem absorção de Mg.

Em ruminantes, a maior parte do Mg é absorvida no retículo-rúmen (Thomas & Potter, 1976), sendo que a excreção via urina parece ser a principal rota do Mg absorvido em excesso. A deficiência desse mineral nos ruminantes causa anorexia, hiperirritabilidade, contrações musculares anormais e alta salivação. Para evitar essa deficiência, principalmente em fêmeas em lactação, recomenda-se suplementos contendo o mineral como: óxido, sulfato, carbonato ou cloreto de magnésio.

Os requerimentos dietéticos de Mg para bovinos em crescimento é de 0,10% da MS, 0,25 a 0,30% em vacas lactantes e 0,12 a 0,18% para ovinos (NRC, 1985). Costa et al. (2003) trabalhando com cabras dos 100 aos 140 dias de gestação, relataram que a deposição de minerais para gestações com um e dois fetos, representou, respectivamente: 73,9 e 77,3% de magnésio.

O ARC (1980) preconiza valores de exigência para manutenção de 0,22 g/dia de Mg e para ganho de 100 g, 0,13 g/dia de Mg para animais de 20kg de PV. Baião et al. (2003)

encontraram exigências líquidas de ganho de 0,40 a 0,35 g de Mg por kg de peso vivo. Enquanto que Resende (1989), trabalhando com caprinos SRD x Alpina e Toggenburg em crescimento, verificou que as exigências líquidas são de 0,40 a 0,42 mg de Mg/g de ganho.

#### 2.4.6 Ferro

O ferro (Fe) é um componente vital da vida vegetal e animal e funciona como um transportador de oxigênio na hemoglobina. A essencialidade do Fe é reconhecida por mais de 100 anos quando foi encontrado presente em todo o corpo. A maior parte do Fe é encontrada como componente necessário da hemoglobina e mioglobina. A hemoglobina é encontrada nas células vermelhas do sangue (hemácias) transporta o oxigênio dos pulmões para os tecidos, enquanto a mioglobina se liga ao oxigênio para uso imediato por células musculares (MORRIS, 1980). O Fe também é encontrado no plasma (transferrina), leite (Lactoferrina), placenta (uteroferrin) e fígado (ferritina e hemossiderina) (Underwood, 1977; Underwood & Suttle, 1999).

O Fe desempenha um papel importante não só no fornecimento de oxigênio para os tecidos, mas também como um cofator para várias enzimas envolvidas no metabolismo energético e na termorregulação. O metabolismo aeróbico depende do Fe devido seu papel nos grupos funcionais da maioria das enzimas do ciclo de Krebs, como transportador de elétrons nos citocromos, e como meio de transporte de oxigênio e dióxido de carbono na hemoglobina (Fairbanks, 1994).

A absorção gastrointestinal do Fe ocorre principalmente no duodeno. É provável que a absorção do Fe ocorra pelo transportador do metal divalente-1, que transporta principalmente Fe não-heme (Bressler et al., 2004). O processo de absorção de Fe está associado com a transferência do Fe dos enterócitos para o sangue ao invés do transporte através da membrana apical do enterócito. Devido à capacidade limitada do organismo em excretar Fe, a homeostase é mantida principalmente através do ajuste da absorção para as necessidades corporais. A absorção é afetada pela idade, status nutricional e/ou estado de saúde do animal; as condições no trato gastrointestinal; a quantidade e a forma química do Fe ingerido; e as quantidades e proporções de vários outros componentes da dieta, orgânicos e inorgânicos (Underwood, 1977). Formas solúveis são absorvidas de forma mais fácil do que as insolúveis (Skikne & Baynes, 1994) sendo que os fitatos, proteínas e proteínas de soja reduzem a absorção do Fe. Animais jovens absorvem o Fe de forma mais eficiente do que os animais mais velhos. Gestação, lactação, ou uma deficiência, aumentam a eficiência de absorção.

Uma vez absorvido, o Fe entra na corrente sanguínea, onde se liga à transferrina (Baker & Morgan, 1994). Transferrina distribui Fe por todo o corpo para onde for necessário, principalmente os precursores dos eritrócitos na medula óssea para a síntese de nova hemoglobina. Nas membranas das células contêm uma proteína chamada de receptores de transferrina. A regulação celular do Fe é dependente em estimular a síntese de ferritina ou receptores de transferrina, respectivamente. Grande parte do Fe absorvido é transferido para a medula óssea onde o complexo receptor de Fe-transferrina entra eritroblastos por endocitose. O Fe é liberado no citosol e apotransferrina é devolvida para a circulação. Dentro do citosol, o Fe é transportado para a mitocôndria para ser incorporado no grupo heme ou retomado por ferritina dentro de siderossomos. Dentro da mitocôndria, o Fe é inserido na protoporfirina, formando heme, uma reação catalisada pela heme sintetase (ferroquelatase). Heme inibe a liberação do Fe da transferrina, um importante mecanismo de retroalimentação para ajustar o fornecimento do Fe para a taxa de síntese de hemoglobina. Exemplos de enzimas contendo Fe são citocromo c, aconitase, citocromo oxidase, fenilalanina hidroxilase, desidrogenase e  $\alpha$ -glicerofosfato. Estas enzimas são sensíveis à depleção do mineral, o grau da perda varia de enzima para enzima e de tecido para tecido. Citocromo c e aconitase são facilmente empobrecidos durante a deficiência de Fe, assim como as enzimas ferro-enxofre nas mitocôndrias (Fairbanks, 1994).

As concentrações de Fe em plantas forrageiras variam muito, embora haja poucas evidências convincentes de deficiência de Fe em ruminantes consumindo pastagens (Underwood, 1977). Porém o excesso de Fe na dieta pode afetar negativamente o desempenho em ruminantes. A primeira descrição clínica de sobrecarga de Fe foi relatada em 1871 (Fairbanks, 1994). Dietas ricas em Fe podem afetar a utilização de outros minerais, tais como cobre, fósforo, zinco e manganês. Ovinos e bovinos, como outros mamíferos, contêm 50-70 mg Fe/kg de peso vivo, dos quais mais da metade está presente na hemoglobina (Underwood, 1977). Há reciclagem substancial dentro do corpo, por exemplo, nos glóbulos vermelhos do sangue.

Fe em excesso é armazenado intracelularmente como ferritina e hemossiderina, principalmente nos macrófagos do fígado, baço e medula óssea (Fairbanks, 1994). A mobilização exige a presença do cobre contido nas enzimas do plasma ceruloplasmina (Ferroxidase I) (Chung et al., 2004). A principal rota de excreção do Fe são fezes e urina, existindo perdas adicionais no suor, pêlos e cascos (McDowell, 2003). Os órgãos mais afetados pela sobrecarga de Fe são o fígado, coração e células beta do pâncreas, todos os



tecidos com alta atividade da mitocondrial, que ativam o oxigênio capaz de causar toxicidade sinérgica com Fe intracelular.

#### 2.4.7 Zinco

O zinco (Zn) é um elemento que, no organismo animal, além de participar de sistemas enzimáticos, também atua no metabolismo dos carboidratos, ácidos nucleicos e na síntese de proteínas. A primeira evidência inequívoca de que o zinco (Zn) é essencial para o crescimento e saúde foi obtida em animais de laboratório (Todd et al., 1984) no momento em que estavam sendo observadas associações entre o Zn e a anidrase carbônica (Keilin & Mann, 1940). Em espécies domesticadas, a privação de Zn experimental foi relatada primeiro em pintos (O'Dell & Savage, 1957) em seguida suínos (Stevenson & Earle, 1956) e mais tarde em cordeiros (Ott et al., 1964) e em bezerros por Mills et al., (1967).

Nos animais, a deficiência de Zn pode se manifestar em mudanças no paladar, acompanhada por danos ao epitélio da língua, bem como transtorno na síntese de queratina, crescimento limitado de ossos dos membros e distúrbios da visão (Anke et al., 1994). O retardo do crescimento, devido à deficiência de Zn pode ser atribuído a perda de apetite, imperfeita utilização de nutrientes dos alimentos e distúrbios do metabolismo de proteínas e energia (Illek, 1990). Um transtorno específico resultante da deficiência de Zn é a paraqueratose, distúrbio da camada epidérmica da pele que ocorrem em bezerros, ovinos, caprinos e suínos. Em bezerros ela se manifesta na queda característica da pelagem ao redor dos olhos ("óculos"), na cabeça, pescoço e membros (Suchy et al., 1998). Ingestão excessiva de Zn é relativamente rara em animais. Um excesso de Zn reduz a digestibilidade do fósforo, provocando transtornos digestivos e anemia. A toxicidade é condicionada principalmente pela relação antagônica do Zn para ferro e cobre (Suchy et al., 1998). Noakes et al. (2001) relatam que a ingestão excessiva de aditivos com Zn podem levar a distúrbios do metabolismo de ácidos graxos essenciais, o que pode influenciar a síntese de prostaglandina.

A influência do Zn sobre as funções reprodutivas reside no seu efeito sobre os hormônios (impacto sobre a excreção de gonadotrofinas, andrógenos e prostaglandinas, participando da liberação de prolactina, desempenhando um papel na contração do miométrio durante o parto, influenciando na motilidade dos espermatozoides e sua capacidade de penetrar no óvulo) (Suchy et al., 1998) e no seu papel como um antioxidante (Noakes et al., 2001).

No caso de dietas com Zn insuficiente, tem sido observado desenvolvimento retardado dos testículos e espermatogênese (Anke et al., 1994), bem como a baixa qualidade do esperma

e redução da libido já em fêmeas, redução na síntese e secreção de FSH e LH prejudicada, desenvolvimento anormais dos ovários, distúrbios do ciclo estral (Bedwal & Bahaguna, 1994), resultando uma ovulação prejudicada, redução do número de óvulos férteis, bem como baixo peso ao nascer dos fetos (Anke et al., 1994). O Zn reduz significativamente o efeito do desenvolvimento retardado intrauterino (Simmer et al., 1991).

As funções do Zn são numerosas, sendo este necessário para a integridade estrutural e funcional de mais de 2000 fatores de transcrição e de sinalização em quase toda via metabólica, essa é dependente deste mineral para formação das proteínas (Cousins et al., 2006). Atua na coordenação da estrutura tetraédrica para resíduos de cisteína e histidina, cria domínios "zinc-finger" no DNA-binding (Berg, 1990) além de oxidantes intracelulares.

A absorção deste mineral ocorre principalmente no duodeno (Davies, 1980). Ovinos e bovinos podem absorver com eficiência máxima (maxAZn) de 0,75 de acordo com Underwood & Suttle (1999). Homeostase do Zn é controlado principalmente pela regulação da excreção nas fezes, relativamente muito pouco é excretado na urina. Em ovinos, uma absorção aparente de 0,1-0,3 é comumente relatada para as dietas contendo 20-30 mg Zn/kg MS (Grace, 1975). Cousins et al., (2006) estimaram excreção em ovelhas alimentadas exclusivamente com feno em aproximadamente 100 mg Zn /kg de peso vivo (PV).

As interações com outros cátions bivalentes no lúmen intestinal podem influenciar a sua biodisponibilidade. Doses de ferro de (25, 50 ou 75 mg) em uma solução aquosa inibiu a absorção do Zn a partir de uma dose de Zn de 25 mg (Solomons & Jacob, 1981), mas essa interação são menos pronunciada quando a ingestão está próxima dos "níveis fisiológicos" (Lonnerdal, 2009). No entanto, há relatos em que a suplementação de Fe reduziu a absorção do Zn em indivíduos com necessidades aumentadas de Fe e Zn (por exemplo, gestantes e lactantes) (Troost et al., 2003). Pequeno aumento no consumo de cobre não interfere na absorção do Zn (August et al., 1989).

O teor de Zn no corpo de animais adultos (miligramas por quilograma de tecido desengordurado bruto) varia de 25 para suínos de 50 para coelhos, 60 para ovinos (Georgievskii et al., 1979). A distribuição tecidual, no entanto, varia consideravelmente, em alguns tecidos. Aproximadamente 85% do total de Zn do corpo estão nos músculo esquelético e nos ossos. Aproximadamente 95% do Zn do corpo encontra-se intracelular, com 40% encontrado nos núcleos celulares. Uma quantidade variável pode residir nas vesículas e pode servir como reserva celular. A quantidade de  $Zn^{2+}$  "livre" nas células parece ser muito baixa (Outten & O'halloran, 2001). Georgievskii et al., (1979) citam que o conteúdo médio de Zn

em vários tecidos seja cerca de 0,6-5 (mg/L) no sangue; 40-65 (mg/kg fresco) no fígado e 5-9 (mg/kg fresco) no músculo esquelético em ovinos.

#### 2.4.8 Cobre

O conhecimento da fisiologia nutricional do cobre (Cu) surgiu na Austrália através de estudos com ovinos apresentando intoxicação crônica de cobre. Esse elemento é componente de diversas enzimas que atuam no metabolismo animal. É essencial para produção de hemoglobina, na formação dos ossos, pigmentação dos pêlos e lã, além de estar envolvido no funcionamento do coração e do sistema nervoso central.

A deficiência de cobre é a principal observada entre os microminerais (Tokarnia, 2000). A concentração de Cu nas pastagens e em outros alimentos é um baixo indicador de sua capacidade em alcançar os requisitos de Cu em ovinos e bovinos. A razão para isto é que outros componentes como o molibdênio (Mo) principalmente, mas também o enxofre (S), zinco (Zn), ferro (Fe) e cádmio (Cd) podem afetar a biodisponibilidade do Cu (Gawthorne, 1987). Essas interações são complexas e não bem suficiente definida para permitir uma estimativa confiável da biodisponibilidade a ser feita a partir dos resultados das análises laboratoriais. Dentre as interações supracitadas o relacionamento entre o cobre, enxofre e molibdênio é sem dúvida o mais importante (Suttle, 1999). Conseqüentemente, as recomendações sobre necessidades dietéticas de Cu devem ser tratadas com cautela. Bovinos e ovinos diferem em sua utilização de Cu; ovinos são mais propensos a sofrer de toxicidade Cu por causa da maior retenção de Cu no fígado (Howell, 1996), enquanto que os bovinos são mais prováveis de serem deficientes como resultado da rápida excreção biliar de Cu (Gooneratne et al., 1989).

Os sítios anatômicos de absorção de Cu dietéticos no rato são o estômago, duodeno, jejuno e em menor medida o íleo (Allen & Solomons, 1984). Estudos com ruminantes têm sido menos consistentes. Utilizando cânulas em ovinos, Grace (1975) descobriu que o intestino grosso foi o único sítio com significativa absorção. Medições de ganho ou perda de Cu em cortes gastrointestinais sequenciais do trato de bezerros mostraram que houve absorção em todo o trato com exceção do abomaso e rúmen-retículo quando houve suplementação na dieta (Ivan & Greive, 1976). Posteriormente, utilizando ligadura de segmentos do intestino, os dados obtidos indicaram que Cu foi absorvido pelo intestino delgado, abomaso e cólon (Turner et al., 1987). O rúmen-retículo não é o local mais importante de absorção de Cu em ruminantes, porém o intestino grosso é de fundamental importância na absorção desse mineral. Assim como em outros minerais, a absorção do Cu é influenciada pelo *status* do

animal, pela quantidade ingerida na dieta e da interação com outros fatores. O mecanismo de absorção intestinal do Cu ainda não é totalmente compreendido, mas a existência de um mecanismo de transporte mediado por carreadores tem sido sugerida para humanos, em animais de laboratório (Suttle, 2010) e acredita-se que o mesmo ocorre em animais domésticos (Hill & Link, 2009).

O modelo de absorção proposto tem sido gerado baseado em estudos iniciais realizados com organismos procariotos e eucariotos. O modelo proposto para mamíferos baseia-se em trabalhos utilizando leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*). Em ruminantes acredita-se ocorrer sobre a superfície da borda em “escova” das células dos enterócitos. Segundo este modelo há duas proteínas transmembrana envolvidas no transporte do Cu do lúmen intestinal para o interior das células intestinais (Hill & Link, 2009).

O Cu exportado para a corrente sanguínea liga-se a albuminas, aminoácidos e eritrócitos e então são transferidos para os hepatócitos e absorvidos pelas células hepáticas. O fígado contém aproximadamente 72-80% do Cu corporal, sendo o restante armazenado na pele-lã, músculo e esqueleto (Underwood, 1977). Do fígado o Cu estocado é liberado para ser incorporado nos eritrócitos, ceruloplasmina e outras metaloenzimas. As fezes são a principal via de excreção do Cu para o ambiente. O Cu excretado por esta via é oriundo do Cu quelado no rúmen pelos tiomolibdatos e que não podem ser absorvidos, mais o Cu secretado pela bile no intestino e que não foi reabsorvido. As secreções biliares constituem o principal meio de excreção do Cu sistêmico. A excreção do Cu por meio da urina é pequena, constante e não afetada pela ingestão de Cu (Suttle, 2010).

A essencialidade de Cu no desenvolvimento fetal está bem estabelecida por Hurley (1981). Grandes mudanças no metabolismo Cu ocorrem durante a gestação. Todos destinados a conservação do Cu, aumentando a absorção e prevenção de perdas por vias de excreção, a fim de atender a alta demanda do feto (Mills & Davies, 1979). O feto é extremamente eficiente em extrair nutrientes a partir da placenta. O cobre se acumula no feto a uma taxa exponencial com um acréscimo diário. Segundo Mills & Davies (1979), em ovinos o fígado normalmente contém cerca de 50% do Cu total no nascimento. Durante a gestação as concentrações de Cu aumentam progressivamente no fígado dos fetos de ovinos e bovinos, e ocorre a redução no fígado materno. Indicando um aumento das necessidades de Cu durante a gestação. Durante o terço final da gestação, a necessidade diária de Cu aumenta em bovinos cerca de 70% acima das exigências de manutenção (Agricultura Research Council, 1980). Para ovinos, as estimativas do ARC (1980) são baseadas nos dados de Moss et al., (1974) que

sugerem uma acumulação no concepto de 15,85 e 186 mg Cu/d para os três trimestres de gestação.

O conteúdo total de Cu do concepto ao nascer foi mensurado em 20-30 mg (Williams et al., 1978). O acúmulo de Cu no colostro impõe uma demanda agregada sobre a exigência das ovelhas, acrescentando aproximadamente 0,3 mg Cu/d durante os últimos quatro dias de gestação (Suttle, 1987a). A concentração de Cu no leite é cerca de 0,22 mg Cu / l para as ovelhas e 0,1 mg Cu / l para vacas. Há uma variação sazonal na disponibilidade de Cu nas pastagens. Como regra geral, a disponibilidade é menor na época das secas, provavelmente reflexo de uma menor disponibilidade proteica e, portanto, menor conteúdo de forragens jovens.

Os sinais de deficiência de Cu são bem conhecidos. Em ovinos um dos primeiros indicadores é a perda da pigmentação da lã preta. Ataxia neonatal (*swayback*) ocorre em cordeiros originados de ovelhas com deficiência de Cu, há uma redução na taxa de crescimento, fragilidade dos ossos longos e anemia hipocrômica e macrocítica (Underwood, 1977). Toxicidade crônica é mais comum do que a forma aguda, sendo mais frequente em ovinos. Para o diagnóstico de intoxicação crônica de Cu, Underwood & Suttle (1999) sugere que as faixas marginais para a concentração de Cu (mg/kg MS) na dieta são 12-36 para ovinos, bovinos e 100-300 e 30-100 para caprinos. Toxicidade é normalmente encontrada em ovinos pastando plantas contendo pirrolizidínicos alcalóides. Toxicidade aguda de Cu é rara e, geralmente, surge como resultado de erro humano na prestação de suplementação de Cu. As doses agudas alimentares são 20-50 mg Cu/kg de MS para cordeiros, 130 mg Cu/kg MS para ovelhas adultas, e 200 mg Cu/kg de MS de bovinos adultos (Howell & Gooneratne, 1987).

#### 2.4.9 Manganês

O manganês (Mn) é um mineral importante para os sistemas biológicos agindo como componente ativador enzimático (Leach & Harris, 1997). É amplamente encontrado nos volumosos, porém, em alguns grãos como o milho, seu conteúdo é baixo. A disponibilidade de Mn nos alimentos é desconhecida devido aos fitatos e fibras nas dietas o que pode interferir na sua utilização (Halpin & Baker, 1986). Além disso, os teores de Ca e P reduzem a disponibilidade de Mn nas dietas para bovinos (Hidiroglou, 1979).

Tem sido sugerido que Mn pode atuar como um cofator do mevalonato quinase e de farnesil pirofosfato sintase, enzimas envolvidas na produção de esqualeno, um precursor do colesterol (Davis et al., 1990). O colesterol é necessário para a produção de progesterona, e sua deficiência possui um papel fundamental na reprodução. Privação de Mn foi relatada

capaz de restringir o crescimento testicular em relação ao crescimento corporal em cordeiros, apesar do fato de que as concentrações de Mn nos testículos não foram esgotadas. O efeito provavelmente é causado indiretamente por influências hormonais sobre os testículos (Masters et al., 1988).

Segundo Leach & Harris (1997), o papel do Mn como um ativador de enzimas é bem estabelecida, demonstrando que Mn é necessário para ativar glicosiltransferase, que é necessária para a síntese adequada de cartilagem. A pesquisa com bezerros também indica que Mn desempenha um papel essencial na adequada formação óssea e desenvolvimento da placa epifisária de crescimento (Dyer, 1971).

A deficiência de Mn foi relatada em diferentes espécies, incluindo ratos, suínos, caprinos, ovinos e bovinos (Underwood & Suttle, 1999). Em ruminantes, a deficiência causa anormalidades esqueléticas e claudicação (Rojas et al., 1965) e redução na performance reprodutiva (Hidiroglou et al., 1978). Em outras espécies, a deficiência causa retardo no crescimento (Paynter, 1980a), além da ataxia neonatal (Erway et al., 1970), e o metabolismo anormal dos carboidratos (Baly et al., 1984). A ataxia é provavelmente o resultado da redução da síntese de mucopolissacarídeos sulfatados que compõem a matriz orgânica do osso devido ao papel do Mn nas enzimas glicosiltransferase. A deficiência do Mn provoca uma redução na atividade da superóxido dismutase (De Rosa et al., 1980), sendo que esta enzima possui a função de proteção das células contra os efeitos tóxicos dos radicais livres. O Mn também é um componente de uma série de outras enzimas, como as gliconeogênicas enzima carboxilase, piruvato quinase e é necessário para a atividade da enzima arginase do ciclo da ureia.

Enquanto Mn no fígado é sensível às alterações na ingestão o tecido mais afetado durante deficiência é o coração (Paynter, 1982). O Mn é um dos elementos menos abundantes no leite de qualquer espécie, raramente superior a 0,1 mg/l, exceto no colostro. O leite bovino contém aproximadamente 20-40 mg/l essas concentrações não são influenciadas pelo aumento da sua ingestão (Underwood & Suttle, 1999). Derivados do leite são, portanto, pobres em Mn (<1 mg/kg MS). O Mn no leite está geralmente associado com a fração da caseína, na maioria das espécies, mas também pode ser encontrado na fração do soro ligado à lactoferrina (Lonnerdahl et al., 1985).

A maioria dos estudos de biodisponibilidade de Mn foi realizada em aves para qual o elemento foi adicionado à dieta em baixas concentrações (Watson et al., 1971). Black et al. (1984a) demonstraram que em curto prazo, a suplementação em altos teores de fontes

inorgânicas de Mn determinam a sua alta disponibilidade relativa, resultando em maiores concentrações nos tecidos.

O Mn não apresenta boa absorção, em bovinos a absorção foi de apenas 0,005-0,010 (Sansom et al., 1978). Em outros experimentos com ovinos (Ivan et al., 1983), a absorções aparentes variou de 0,07-0,14 relatados. A maioria absorvida do Mn é removido do sangue portal no fígado e excretado na bile (Sansom et al., 1978), posteriormente, excretada nas fezes. Menos de 0,01 de Mn ingerido é excretado na urina (Grace, 1975; Ivan et al., 1983).

O baixo coeficiente de absorção nos tecidos resulta em um grande erro nas estimativas de exigência. Grace (1983) estimaram que cada quilograma de ganho de peso vivo, em uma ovelha requer aproximadamente 0,5 mg de Mn. O cordeiro e outros produtos do concepto contém aproximadamente 5,0-7,0 mg Mn. Acumulação pelo feto é maior durante 50 dias finais de gestação e é de 0,05-0,06 mg/d no feto (Grace et al., 1986). A exigência líquida por dia para o crescimento fetal durante o 50 dias finais de gestação é, então, semelhante aos requisitos de uma ovelha em crescimento ganhando 100 g/d. No entanto, a falta de informações precisas sobre absorção de Mn durante a gestação e sobre o total de perdas endógenas novamente impede a conversão de requisitos de tecido em uma exigência estimada da dieta.

As exigências dietéticas mínimas de Mn para ruminantes não são conhecidas com precisão. Tem sido relatado (Grace, 1975) que o corpo de uma ovelha de 50 kg contém aproximadamente 40 mg Mn, sendo quase metade desse valor presente na lã aproximadamente 21 mg, no aparelho digestivo (8,5 mg) e na pele (5 mg). O fígado e ossos também contêm quantidades substanciais (Lassiter & Morton, 1968). O plasma contém baixas concentrações (1,0-4,0 mg Mn/l) (Masters et al., 1988). Lassiter e Morton (1968), abordaram a redução na produção de lã durante à deficiência deste mineral, mas também sendo influenciada pela raça ovina, consumo de ração (Grace & Sumner, 1986) e o método para a lavagem de amostras de lã (Paynter, 1982).

O teor de Mn das pastagens é variável, e enquanto algumas pastagens contêm menos de 20 mg Mn/kg na matéria seca outros, particularmente aqueles em solos ácidos, pode conter até 1400 mg/kg. Altas concentrações alimentares podem causar um declínio no desempenho animal. Em um estudo uma dose de 2.600 mg Mn/kg causou uma redução no consumo de ração e redução na taxa de crescimento em bezerros (Cunningham et al., 1966), foram observadas uma redução do crescimento em cordeiros consumindo pastagens contendo 400-700 mg/kg MS (Grace, 1973). Paynter (1987b) alimentando ovelhas com dietas contendo até

2400 mg Mn/kg durante 12 semanas não observou efeitos sobre o crescimento ou produção de lã.

Em razão das interrelações dos elementos inorgânicos, a deficiência ou excesso de um elemento interfere na utilização do outro. Por isso, uma suplementação adequada é importante tendo em vista o empobrecimento dos solos, resultando em forrageiras deficientes em um grande número de macro e microelementos minerais responsáveis diretos pela perda de peso, diarreia, anemia, perda de apetite e anormalidades óssea entre outros problemas (McDowell, 1999).

Portanto, deve-se estabelecer reais exigências nutricionais com raças nacionais para que a produção animal não seja afetada. Faz-se assim necessário a predição de exigências a partir de métodos de estimativa de composição corporal desse animais.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local

O ensaio experimental foi conduzido nas dependências do Laboratório de Calorimetria e Metabolismo Animal do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais em Belo Horizonte - MG, sob o nº de protocolo 77/2006 do Comitê de Ética em Experimentação Animal (CETEA/UFMG) e as análises laboratoriais foram realizadas no laboratório de Nutrição Animal desse Departamento.

#### 3.2 Animais e instalações

Foram utilizadas 73 ovelhas da raça Santa Inês em diferentes fases de gestação (90, 110, 130 e 140 dias) e 10 ovelhas não prenhes como animais referência totalizando 83 animais no ensaio experimental. As ovelhas foram adquiridas de rebanhos comerciais e selecionadas a partir da terceira ordem de parto. Os animais foram submetidos ou não a restrição nutricional e distribuídos de acordo com o período gestacional, conforme ilustra a Tabela 1.

Tabela 1. Número de ovelhas Santa Inês conforme manejo alimentar e período gestacional

| Manejo alimentar | Período gestacional |    |     |     |     | Total |
|------------------|---------------------|----|-----|-----|-----|-------|
|                  | 0                   | 90 | 110 | 130 | 140 |       |
| Com restrição    | 5                   | 7  | 7   | 8   | 12  | 39    |
| Sem restrição    | 5                   | 7  | 8   | 8   | 16  | 44    |
| Total            | 10                  | 14 | 15  | 16  | 28  | 83    |



Os animais ficaram alocados em galpão de alvenaria com ventilação lateral e exaustores eólicos, e foram alojados em gaiolas de metabolismo providas de cocho, saleiro e bebedouro, com piso ripado e funil coletor de fezes e urina e telas laterais para evitar perdas de fezes. Diariamente, o galpão bem como as gaiolas foram higienizados.

### 3.3 Manejo nutricional dos animais experimentais

As rações foram balanceadas a partir do NRC (1985), obedecendo às recomendações preditas para consumo de matéria seca, energia (nutrientes digestíveis totais - NDT), proteína bruta (PB), cálcio e fósforo a fim de atender as exigências de manutenção e gestação (Tabela 2).

Tabela 2. Necessidades nutricionais em energia e proteína para cada fase da gestação em função do número de fetos, com base no NRC (1985)

| <b>Tratamentos</b>               |        | Fase inicial da gestação até 120 dias |               |
|----------------------------------|--------|---------------------------------------|---------------|
| Tipo de gestação/<br>nutricional | Manejo | <b>Energia (%NDT)</b>                 | <b>PB (%)</b> |
| Simples/restrito                 |        | 47,38                                 | 7,93          |
| Simples/não restrito             |        | 55,74                                 | 9,32          |
| Dupla/restrito                   |        | 56,86                                 | 9,50          |
| Dupla/não restrito               |        | 66,89                                 | 11,18         |
| Tripla/não restrito              |        | 75,77                                 | 14,16         |
|                                  |        | Fase final da gestação 120 a 150 dias |               |
| Simples/restrito                 |        | 49,94                                 | 9,27          |
| Simples/não restrito             |        | 58,76                                 | 10,91         |
| Dupla/restrito                   |        | 55,04                                 | 9,77          |
| Dupla/não restrito               |        | 64,76                                 | 11,50         |
| Tripla/não restrito              |        | 75,77                                 | 14,16         |
|                                  |        | Ovelhas não gestantes                 |               |
| Com restrição                    |        | 46,75                                 | 8,08          |
| Sem restrição                    |        | 55,00                                 | 9,50          |

Como descrito na tabela 2, para o grupo de animais que sofreram restrição nutricional, foram retirados 15% das exigências em energia (NDT) e PB, ou seja a restrição foi qualitativa obtendo-se uma dieta para cada categoria conforme tipo de parto e manejo nutricional. O mesmo raciocínio foi utilizado para as ovelhas não gestantes (animais usados como referência). No caso dos animais de gestação tripla não foi feita restrição nutricional, a fim de evitar problemas como a toxemia da gestação, sendo adotada somente uma dieta ao longo de toda gestação. Contudo, como o NRC (1985) não traz recomendações para animais com gestação tripla, adotaram-se as recomendações feitas para ovelhas com gestação dupla no

terço final, acrescentando-se 20% acima das recomendações de PB e energia (NDT). No ano de execução do experimento (2006) ainda não havia o NRC (2007) e por isso foi utilizado o NRC (1985).

As refeições eram fornecidas duas vezes ao dia (sete e 17 h) em quantidade suficiente para atender ingestão diária, permitindo sobra de 20%. As sobras de alimento foram coletadas e medidas a cada 24 h a fim de se obter o consumo diário de cada animal. A água era trocada diariamente pela manhã e o sal mineral completado de maneira a permitir consumo à vontade. O sal mineralizado ofertado aos animais era específico para ovinos (Vacci-pHós, Vaccinar®).

A composição das dietas foi corrigida conforme o período de gestação (com exceção das ovelhas de gestação tripla que receberam a mesma dieta) e está apresentada nas tabelas 3 e 4.

Tabela 3. Composição centesimal e bromatológica das dietas experimentais das ovelhas vazias até os 120 dias de gestação

| <b>Ingredientes /Manejo nutricional</b> | <b>Vazia restrito</b> | <b>Vazia não restrito</b> | <b>Simples restrito</b> | <b>Simples não restrito</b> | <b>Dupla restrito</b> | <b>Dupla não restrito</b> |
|---|-----------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Farelo de milho                         | 6,73                  | 5,17                      | 8,73                    | 26,35                       | 28,48                 | 49,81                     |
| Farelo de soja                          | 2,44                  | 24,05                     | 1,93                    | 4,55                        | 5,17                  | 8,09                      |
| Feno de <i>tifton</i>                   | 90,72                 | 70,47                     | 89,25                   | 68,82                       | 66,04                 | 41,63                     |
| Calcáreo                                |                       |                           | 0,11                    | 0,28                        | 0,31                  | 0,47                      |
| <b>Nutrientes</b>                       |                       |                           |                         |                             |                       |                           |
| Proteína Bruta                          | 8,08                  | 9,50                      | 7,93                    | 9,32                        | 9,60                  | 11,19                     |
| NDT <sup>1</sup>                        | 71,59                 | 55,00                     | 47,38                   | 55,74                       | 56,86                 | 66,89                     |
| FDN <sup>2</sup>                        | 46,75                 | 57,60                     | 70,55                   | 56,47                       | 54,55                 | 37,68                     |

<sup>1</sup> Nutrientes digestíveis totais <sup>2</sup> Fibra em detergente neutro.

Tabela 4. Composição centesimal e bromatológica das dietas experimentais dos 120 até 150 dias de gestação e a dieta única ao longo de toda gestação das ovelhas com gestação tripla

| <b>Ingredientes / Manejo nutricional</b> | <b>Simples restrito</b> | <b>Simples não restrito</b> | <b>Dupla restrito</b> | <b>Dupla não restrito</b> | <b>Tripla</b> |
|--|-------------------------|-----------------------------|-----------------------|---------------------------|---------------|
| Farelo de milho                          | 11,90                   | 30,57                       | 26,09                 | 43,69                     | 68,56         |
| Farelo de soja                           | 5,27                    | 8,50                        | 5,79                  | 9,29                      | 14,80         |
| Feno de <i>tifton</i>                    | 82,65                   | 60,53                       | 67,78                 | 46,41                     | 16,02         |
| Calcáreo                                 | 0,18                    | 0,40                        | 0,34                  | 0,61                      | 0,62          |
| <b>Nutrientes</b>                        |                         |                             |                       |                           |               |
| Proteína Bruta                           | 9,27                    | 10,91                       | 9,78                  | 11,50                     | 14,16         |
| NDT <sup>1</sup>                         | 50,00                   | 59,00                       | 56,08                 | 64,76                     | 77,31         |
| FDN <sup>2</sup>                         | 66,02                   | 50,73                       | 55,74                 | 41,03                     | 20,00         |

Os animais receberam uma mistura mineral comercial durante todo o período experimental cuja composição era de 15,88% cálcio, 9,03% fósforo, 15,11% sódio, 0,05% potássio, 0,43% magnésio, 0,80% ferro, 0,38% zinco, 0,22% manganês, 0,11% cobre e 0,005% de cobalto <sup>1</sup> Nutrientes digestíveis totais <sup>2</sup> Fibra em detergente neutro.

### **3.4 Abate e amostragem dos órgãos e vísceras**

#### **3.4.1 Período pré-abate**

Os animais foram alimentados normalmente até o abate a fim de que pudesse expressar a capacidade de enchimento do estômago para mensuração do volume. Os abates foram realizados duas horas após o fornecimento da dieta. Neste período, os animais tiveram acesso à água e sal mineral.

#### **3.4.2 Procedimento de abate**

O processo de sacrifício dos animais seguiu as recomendações feitas pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da UFMG, protocolo 77/2006 (**Anexo**). Cada animal foi amarrado e pendurado de cabeça para baixo. Procedeu-se o atordoamento e posteriormente, seccionadas as veias jugular e carótida para coletar o volume total de sangue em balde com saco plástico. Imediatamente após a sangria, o esôfago foi amarrado com barbante, evitando o extravasamento do conteúdo ruminal e, então, iniciado o processo de esfolamento do animal.

No processo de esfolamento foi retirado toda a pele, inclusive da cauda, evitando ao máximo a aderência de tecidos muscular e gorduroso (gordura subcutânea) com a pele. Depois de retirada, a mesma era pesada, identificada, guardada em saco plástico e congelada em câmara fria a -15°C.

#### **3.4.3 Evisceração das ovelhas**

As ovelhas gestantes foram abatidas de acordo com o grupo experimental (períodos de gestação e esquemas alimentares) sem jejum prévio. No abate, o útero gravídico foi retirado, pesado cheio e em seguida retirado seus componentes (fluidos fetais, feto) os quais foram pesados separadamente.

O útero com membranas, e o líquido amniótico com alantóideo foram pesados em conjunto e armazenados em frascos plásticos e congelados para posterior análise. Os fetos foram pesados e armazenados em sacos plásticos, sendo que o peso de fetos gemelares e trigemelares foi obtido em conjunto.

Após a evisceração, as pesagens do estômago total (soma do rúmen, retículo, omaso e abomaso), intestino grosso, intestino delgado, vesícula biliar e bexiga foram realizadas cheia e após a retirada do seu conteúdo (peso vazio), para obtenção do peso corporal vazio do animal seguida de seu congelamento para posterior análise. O restante das vísceras e a carcaça do animal foram pesados, identificados e congelados para posteriores análises.

Uma amostra composta em função da proporção do peso da parte em relação ao peso do corpo vazio da ovelha foi formada para analisar diferenças entre órgãos e vísceras. Para tal foram considerados como vísceras: traquéia + esôfago, rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestinos grosso e delgado, bexiga; e como órgãos: rins, fígado, coração, pulmão, língua, baço, pâncreas e diafragma. A amostra de gordura era composta pela gordura omental, mesentérica, pericárdica e perirenal.

Todas as amostras foram descongeladas a temperatura ambiente e em seguida foram moídas. As amostras de carcaça, cabeça + patas, pele e feto foram moídas em moedor de carne de 20HP, acondicionadas em sacos plásticos, novamente congelados e moídos em um moinho de carne de 3HP para então ser amostrado. As amostras de vísceras, órgãos, útero, glândula mamária foram moídas em moedor de carne 3HP somente.

As amostras moídas foram então transferidas em bandejas de alumínio e pré-secas em estufa 55°C por 72 horas para a obtenção da matéria pré-seca. Em seguida, colocou-se em sacos de TNT (tecido não-tecido) de dimensões 20 x 30 e mergulhadas em éter de petróleo em um recipiente (tambor) por 48 horas em temperatura ambiente para obtenção da matéria pré-desengordurada. Em seguida o material foi retirado do saco de TNT e moído a 1 milímetro em moinho do tipo faca e armazenadas em potes plásticos identificados até as análises laboratoriais.

### **3.5 Análises Laboratoriais**

O método utilizado para determinação da composição corporal de macro e microminerais foi o método direto, que consiste na análise química de todos os tecidos do corpo do animal.

Os conteúdos minerais (macro e microelementos) foram determinados em função da concentração desses nos componentes: carcaça, cabeça + patas, gorduras, vísceras, órgãos, pele, sangue, glândula mamária, útero gestante (útero + placenta), feto e fluido fetal.

A solução mineral foi obtida por meio da via úmida segundo AOAC (1980). Para tal sobre uma massa de 250 mg da amostra colocada em tubos de vidro de micro Khjedal foram adicionados 10 mL de uma solução nitroperclórica composta por três partes de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$  p.a) e uma parte de ácido perclórico ( $\text{HClO}_4$  p.a) e colocadas para digestão a 190°C. Após a digestão a solução resultante foi filtrada em um balão volumétrico de 100 mL, utilizando papel de filtro quantitativo de 11 cm Ø, e completado o volume com o uso de água deionizada. A solução foi então transportada para frascos plásticos previamente identificados e armazenada até a leitura.

A partir da solução mineral fizeram-se as devidas diluições procedendo-se as leituras. O fósforo foi determinado por colorimetria, o sódio e potássio determinados em espectrofotômetro de chama. As análises dos minerais cálcio, magnésio, manganês, zinco, cobre e ferro foram realizadas por espectrofotometria de absorção atômica (Cunniff, 1995).

Com base no peso dos componentes corporais e nos seus respectivos teores de macro e microelementos, foram obtidos os totais, em gramas (g) ou miligramas (mg), dos minerais estudados no corpo do animal.

### **3.6 Delineamento Experimental**

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 4 sendo dois manejos nutricionais (restritos e não restritos) e quatro fases da gestação (90, 110, 130 e 140 dias). Para comparação de médias foi utilizado o teste SNK a 5% de probabilidade. Executou-se avaliação das correlações entre a composição dos diversos minerais nas várias porções corporais avaliadas, bem como com o peso fetal e os dias de gestação. Após isso procedeu-se a obtenção de equações que expressassem eventos correlatos, empregando-se o programa computacional SAEG 9.0, usando o argumento de “modelos pré-definidos 1”, optando-se pela equação com melhor  $R^2$ , grau de significância e possibilidade de resposta biológica. Para melhor ajuste dos dados, as variáveis sinalizadas nas tabelas com asterisco (\*) foram rodados em log.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Peso dos animais**

A tabela 5 apresenta os valores de peso vivo das fêmeas em gramas. Nota-se que o manejo nutricional não afetou o valor de pesagem dos animais ( $P < 0,05$ ). Porém, quando comparado ao período gestacional, as ovelhas com 140 dias de gestação apresentaram peso mais elevado em comparação às demais. Esse fato pode estar relacionado ao maior peso do útero gravídico e glândula mamária conforme descrito por Macedo Junior (2008). Ao avaliar ovelhas gestando duplos fetos, Robinson (1982) destacou que aos 140 dias de gestação, o peso do conteúdo do útero gravídico era de 9,4% para útero vazio, 7,5% para a placenta, 20,1% para fluidos e a massa fetal representava 62,8%. Há de considerar-se também que nessa fase da gestação ocorre maior retenção de líquidos em diversos tecidos do corpo da ovelha.

Tabela 5. Peso vivo médio dos animais experimentais em quilogramas (kg)

| Regime nutricional | Período gestacional |                    |                    |                    |                    | Total | CV (%) |
|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|--------|
|                    | 0                   | 90                 | 110                | 130                | 140                |       |        |
| Restrito           | 44,04               | 44,21              | 53,11              | 47,48              | 51,63              | 48,10 | 15,26  |
| Não restrito       | 39,94               | 52,49              | 43,63              | 50,34              | 62,60              | 49,80 |        |
| Total              | 41,99 <sup>b</sup>  | 48,35 <sup>b</sup> | 48,38 <sup>b</sup> | 48,91 <sup>b</sup> | 57,12 <sup>a</sup> |       |        |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ).

#### 4.2 Peso das partes que compõem o corpo das ovelhas em função do manejo nutricional e da idade de gestação

Na tabela 6 são apresentados o peso em quilogramas (kg) das partes que compõem o corpo dos animais em função dos tratamentos testados. Observou-se que o peso dos componentes corporais não foi influenciado pelo manejo nutricional ( $P > 0,05$ ).

Tabela 6. Peso médio em quilogramas (kg) das diferentes partes que compõem o corpo das ovelhas em função do manejo nutricional e período gestacional das amostras analisadas

| Componente          | Manejo Nutricional |              | CV (%) |
|---------------------|--------------------|--------------|--------|
|                     | Restrito           | Não Restrito |        |
| Sangue              | 2,406              | 2,457        | 19,69  |
| Cabeça + patas      | 3,122              | 3,156        | 12,07  |
| Carcaça             | 19,498             | 19,961       | 15,85  |
| Pele                | 2,651              | 2,765        | 17,94  |
| Gorduras viscerais* | 2,344              | 2,753        | 49,61  |
| Órgãos              | 1,759              | 1,806        | 19,30  |
| Vísceras            | 2,968              | 3,082        | 21,25  |
| Glândula mamária    | 0,805              | 0,638        | 69,37  |
| Útero               | 1,121              | 1,190        | 33,24  |
| Feto                | 2,905              | 3,320        | 41,41  |
| Líquido fetal       | 1,241              | 1,310        | 49,93  |

| Componente          | Período Gestacional |                     |                      |                      |                     | CV (%) |
|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|---------------------|--------|
|                     | 0                   | 90                  | 110                  | 130                  | 140                 |        |
| Sangue              | 2,810 <sup>a</sup>  | 2,560 <sup>ab</sup> | 2,318 <sup>bc</sup>  | 2,347 <sup>abc</sup> | 2,123 <sup>c</sup>  | 19,69  |
| Cabeça + patas      | 3,386 <sup>a</sup>  | 3,229 <sup>ab</sup> | 3,034 <sup>ab</sup>  | 3,108 <sup>ab</sup>  | 2,938 <sup>b</sup>  | 12,07  |
| Carcaça             | 21,790 <sup>a</sup> | 20,764 <sup>a</sup> | 18,569 <sup>ab</sup> | 19,571 <sup>ab</sup> | 17,953 <sup>b</sup> | 15,85  |
| Pele                | 3,121 <sup>a</sup>  | 2,896 <sup>ab</sup> | 2,541 <sup>bc</sup>  | 2,563 <sup>bc</sup>  | 2,419 <sup>c</sup>  | 17,94  |
| Gorduras viscerais* | 2,120 <sup>b</sup>  | 3,054 <sup>ab</sup> | 2,232 <sup>ab</sup>  | 2,377 <sup>ab</sup>  | 2,960 <sup>a</sup>  | 49,61  |
| Órgãos              | 1,537 <sup>b</sup>  | 1,740 <sup>ab</sup> | 1,804 <sup>ab</sup>  | 1,832 <sup>ab</sup>  | 2,000 <sup>a</sup>  | 19,30  |
| Vísceras            | 3,209 <sup>ab</sup> | 3,450 <sup>a</sup>  | 2,859 <sup>ab</sup>  | 2,911 <sup>ab</sup>  | 2,697 <sup>b</sup>  | 21,25  |
| Glândula mamária    | 0,237 <sup>c</sup>  | 0,277 <sup>c</sup>  | 0,514 <sup>bc</sup>  | 0,883 <sup>b</sup>   | 1,697 <sup>a</sup>  | 69,37  |
| Útero + placenta    | 0,095 <sup>c</sup>  | 1,228 <sup>b</sup>  | 1,287 <sup>b</sup>   | 1,390 <sup>b</sup>   | 1,779 <sup>a</sup>  | 33,24  |
| Feto                |                     | 0,774 <sup>c</sup>  | 1,862 <sup>c</sup>   | 3,869 <sup>b</sup>   | 5,945 <sup>a</sup>  | 41,41  |
| Líquido fetal       |                     | 1,232               | 1,235                | 1,066                | 1,569               | 49,93  |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ). \*Gorduras viscerais = soma relativa das gorduras pericárdica, mesentérica, perineal e omental.

Dessa forma, pode-se concluir que a restrição imposta parece não ser suficiente para apresentar diferenças nas variáveis testadas. É possível visualizar na tabela 6 que as partes corporais (tecidos, órgãos, vísceras, conteúdos líquidos e demais) apresentaram resposta similar ao se avaliar o peso total das ovelhas, em razão da restrição imposta. Tais aspectos, apesarem de contrariar a maioria dos textos nesse sentido (Susin, 1996; NRC, 1984 e NRC, 2007), dever-se à intensidade da restrição, qual seja, 15% das exigências energética e proteica, as quais não foram intensas o suficiente para imporem as alterações esperadas. Entretanto, é evidente que o estágio de gestação afeta o peso dos componentes corporais das ovelhas com exceção para líquido fetal.

Pode-se observar que as ovelhas que apresentaram maior peso de sangue não se encontravam prenhas, seguidas por aquelas com 110 e 140 dias de gestação. Essa resposta errática desse tecido é bastante razoável, visto que o mesmo sofre influência em seu peso, volume, densidade devido à maior ou menor ingestão de água, de matéria seca, ou mesmo pela necessidade de mobilizar os metabólitos oriundos, principalmente do metabolismo do crescimento fetal. No volume total de sangue deve-se considerar o sangue circulante e o armazenado nos órgãos de depósito, fato que também sofre os efeitos supra mencionados. O volume sanguíneo pode ser determinado pelo método direto onde se coleta todo o sangue do animal, e o método indireto no qual se determina o volume de sangue pelo hematócrito, fazendo-se uma relação de plasma-células (Gurtler et al., 1984). Em função da gestação, há elevação do metabolismo basal dos animais impondo ao corpo materno uma adaptação no intuito de suprir este aumento armazenando nutrientes. Assim, é possível inferir que como a retirada de sangue, nesse estudo, foi feita através da secção das veias jugular e carótida e os animais são gestantes, possivelmente o sangue ficou retido em outras partes do corpo das ovelhas como pulmões, rins, fígado e baço.

O maior peso em cabeça mais patas foi observado em ovelhas não gestantes em comparação àquelas com 140 dias de gestação. Essa resposta pode ser atribuída à gestação, principalmente durante as semanas que antecedem o parto e início da lactação, período de alta demanda de minerais, principalmente de cálcio, fósforo e magnésio devido aos processos de calcificação fetal e preparação para a lactação. Durante este período o organismo materno não consegue suprir a demanda apenas com a ingestão, sendo estes minerais mobilizados da reserva óssea (Braithwaite, 1983).

Nas carcaças foram encontrados maiores pesos em ovelhas vazias e com 90 dias de gestação, e as fêmeas de 140 dias de gestação com o menor valor. Ao contrário do que se pensava, o tecido ósseo é um tecido dinâmico, apresentando variações em sua composição ao

longo da vida dos animais, principalmente em períodos em que há uma elevação da suas exigências funcionando, portanto como tecido de reserva. Assim como o peso da cabeça e patas, esta resposta é atribuída a mudanças na repartição dos minerais do corpo o qual passa a ter o seu fluxo desviado para o útero gravídico para suprir a demanda de minerais durante o processo de calcificação fetal e preparo para a lactação. Essas e outras alterações teciduais, que eventualmente poderiam interferir na densidade da carcaça, estariam promovendo tal alteração no peso (massa), tendo em vista que densidade é a razão entre massa pelo volume; assim diminuindo-se a densidade, ter-se-ia a conseqüente queda no peso (massa).

Ovelhas vazias apresentaram peles mais pesadas ( $P < 0,05$ ), sendo que o peso desse órgão declinou linearmente com o avanço da gestação. Pode-se atribuir tal resposta ao fato dos animais não gestantes no momento da esfolagem apresentarem uma quantidade considerável de gordura subcutânea de difícil separação do tecido dérmico em relação às ovelhas gestantes. Macedo Junior (2008) determinou as exigências energéticas e proteicas dessas mesmas ovelhas em um ensaio anterior, e ao estudar a composição química da pele, concluiu que aquelas ovelhas não gestantes apresentaram maior depósito de gordura comparada às fêmeas gestantes.

As ovelhas com 140 dias de gestação apresentaram maior peso de gorduras viscerais em relação às ovelhas vazias. A principal função do tecido adiposo é armazenar energia na forma de triacilglicerol. A deposição de triacilglicerol ocorre por intermédio de um processo chamado de lipogênese, no qual o animal estoca o excesso de energia obtida da dieta na forma de tecido gorduroso. A gordura no corpo do animal é distribuída na forma de depósitos subcutâneos inter e intramuscular, visceral e intracavitária, sendo que o tamanho relativo de cada depósito é influenciado pela raça, sexo, estado nutricional do animal e fisiológico do mesmo (Gerassev et al., 2007). Assim, ovelhas quando gestantes armazenam gorduras viscerais como forma de energia para que possa ser mobilizada em dado momento de privação nutricional com intuito de garantir o pleno desenvolvimento do feto e da lactação.

As ovelhas com 140 dias de gestação representaram maior peso de órgãos em relação às vazias. O peso dos órgãos está direta e intimamente ligado ao metabolismo corporal, isto é, elevando-se o metabolismo basal verifica-se aumento no peso dos órgãos, especialmente o fígado, coração, rins e pâncreas (Freetly et al., 1995). Isso explicaria o fato das ovelhas gestantes apresentarem maior peso dos órgãos, indicando que essas têm metabolismo basal mais elevado que as ovelhas vazias conforme descrito pelos autores supracitados.

Já as ovelhas com 90 dias de gestação obtiveram maior peso de vísceras comparado às ovelhas de 140 dias. Esse resultado mostra claramente o efeito da compressão exercida em



virtude do aumento do útero gravídico na cavidade abdominal sobre as vísceras, acarretando a redução da massa visceral especialmente o estômago e os intestinos conforme o avanço da gestação. Além disso, a fase da gestação com 90 dias segundo o NRC (1985) é considerada como anabólica, isto é, fase na qual o animal ainda pode armazenar nutrientes, pois as necessidades nutricionais ainda são baixas.

O peso da glândula mamária apresentou-se mais desenvolvida em ovelhas com 140 dias de gestação em relação às demais idades gestacionais, sendo que as ovelhas com 130 dias de gestação equivaleu as de 110 dias, que por sua vez se igualou às gestantes de 90 e as ovelhas não gestantes. Segundo Rattray et al. (1974), até os 70 dias de gestação, as glândulas mamárias de ovelhas gestantes e não gestantes apresentam pesos muito próximos entre si, sendo que no final da gestação ocorrem mudanças histológicas (aumento do tecido parenquimatoso) e aumento considerável de peso (deposição de gordura), proporcionado pelo acúmulo de secreções necessário para a produção de leite. Trabalhando com ovelhas Romney Marsh puras e cruzadas, no início (2-3 dias) e final (140-148 dias) de gestação, Anderson (1975) encontrou diferença significativa ( $P < 0,01$ ) entre os pesos de glândula mamária nestas fases. Valores de 5,61 g/Kg e 20,42 g/Kg de peso vivo, em média, foram encontrados pelo autor para início e final de gestação, respectivamente. No presente trabalho o peso da glândula para ovelhas vazias (0 dias) foi, em média, de 5,64 g/Kg PV, e de 29,66 g/Kg PV para ovelhas no final da gestação (140 dias), corroborando com os resultados encontrados pelo autor.

Assim como a glândula mamária, o peso do útero foi mais elevado em ovelhas gestantes de 140 dias em comparação às demais fêmeas. As ovelhas com 90, 110 e 130 dias gestacionais apresentaram pesos medianos e as vazias com o menor peso de útero. Estes resultados evidenciam que até o terceiro mês da gestação ocorre a preparação do ambiente uterino, após essa fase, o crescimento fetal acontece de forma exponencial. Ressalta-se que o útero nesse estudo era composto pela placenta, carúnculas e pelo próprio tecido uterino. Segundo Fraser e Stamp (1987), o crescimento da placenta ocorre de forma exponencial até os três primeiros meses da gestação, quando o ambiente uterino se prepara para a fase final da gestação. O mesmo ocorre com o tecido uterino que apresenta grande multiplicação de suas células até o terceiro mês de gestação. Dessa forma, a elevação do peso do útero com o avanço da gestação se deve ao aumento de cotilédones e carúnculas, bem como pelo aumento do volume uterino para alojar o feto em crescimento.

O peso do feto foi maior em ovelhas gestantes de 140 dias em comparação às demais fêmeas, sendo o peso mediano aos 130 dias e menores aos 110 e 90 dias gestacionais. Isso ocorre devido o crescimento do feto no útero da fêmea com o avançar da gestação. Russel

(1991) citou que 80% do crescimento fetal em ovinos ocorreu nas últimas seis semanas de gestação, levando ao aumento na necessidade de nutrientes.

#### 4.3 Consumos de matéria seca de ovelhas não gestantes e com 90, 110, 130 e 140 dias de gestação conforme o manejo nutricional

Na tabela 7 são apresentados os valores dos consumos de matéria seca em gramas por dia (CMS g/dia) e em porcentagem do peso vivo do animal (CMSPV) em ovelhas vazias e gestantes em diferentes idades gestacionais sob dois regimes alimentares.

Tabela 7. Consumo de matéria seca (CMS) e em relação ao peso vivo (CMSPV) de ovelhas não gestantes e com 90, 110, 130 e 140 dias de gestação conforme o manejo nutricional

| <b>Manejo Nutricional</b>                | <b>CMS (g/dia)</b>   | <b>CMSPV (% do PV)</b> |
|--|----------------------|------------------------|
| <b>Ovelhas não gestantes</b>             |                      |                        |
| Restrito                                 | 849,07 <sup>b</sup>  | 1,94                   |
| Sem restrição                            | 916,41 <sup>a</sup>  | 2,83                   |
| Média geral                              | 882,00               | 2,16                   |
| CV (%)                                   | 5,42                 | 18,48                  |
| <b>Ovelhas com 90 dias gestacionais</b>  |                      |                        |
| Restrito                                 | 941,00 <sup>b</sup>  | 2,11                   |
| Sem restrição                            | 1307,28 <sup>a</sup> | 2,44                   |
| Média geral                              | 1124,56              | 2,28                   |
| CV (%)                                   | 24,92                | 20,58                  |
| <b>Ovelhas com 110 dias gestacionais</b> |                      |                        |
| Restrito                                 | 1171,97              | 2,28 <sup>b</sup>      |
| Sem restrição                            | 1283,57              | 2,85 <sup>a</sup>      |
| Média geral                              | 1227,77              | 2,57                   |
| CV (%)                                   | 18,98                | 18,26                  |
| <b>Ovelhas com 130 dias gestacionais</b> |                      |                        |
| Restrito                                 | 1176,86              | 2,51                   |
| Sem restrição                            | 1180,72              | 2,34                   |
| Média geral                              | 1178,79              | 2,43                   |
| CV (%)                                   | 15,90                | 12,70                  |
| <b>Ovelhas com 140 dias gestacionais</b> |                      |                        |
| Restrito                                 | 1224,88 <sup>b</sup> | 2,40                   |
| Sem restrição                            | 1400,56 <sup>a</sup> | 2,35                   |
| Média geral                              | 1312,72              | 2,37                   |
| CV (%)                                   | 12,35                | 9,23                   |

CV = Coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste SNK a 5%.

Observa-se que o manejo nutricional influenciou o CMS, de forma que as ovelhas vazias, e aquelas com 90 e 140 dias de gestação apresentaram maior consumo quando alimentadas *ad libitum*, 916,41; 1307,28 e 1400,56 g/dia respectivamente. Esse fato pode

estar relacionado com a qualidade da dieta, pois os animais que sofriam restrição recebiam maior proporção de feno do que os demais, possivelmente limitando o consumo de MS desses. A presença da fibra, em maior ou menor proporção, afeta três características dos alimentos importantes na nutrição animal: digestibilidade, fermentação ruminal e pode estar envolvida no controle da ingestão de alimento (Mertens, 1992).

O consumo de MS em função do peso vivo nas ovelhas aos 110 dias de gestação foi maior nos animais não submetidos à restrição. Segundo o NRC (1985), o consumo de matéria seca predito para ovelhas com peso vivo médio de 50 kg é de 1,32 kg/dia. No presente estudo verificou-se que a média geral de consumo das ovelhas foi de 1,31 kg/dia, valores estes conforme recomendado por este comitê. A média de peso dos animais desse estudo foi de 48,95 kg.

Apenas em ovelhas com 130 dias de gestação não houve diferença ( $P>0,05$ ) no consumo de MS dentre os manejos nutricionais. Segundo o NRC (1985), nos últimos 30 dias ocorre rápido crescimento fetal, o que implica em grandes mudanças no metabolismo da ovelha. Dessa forma, nesse período pode ter ocorrido maior taxa absorptiva do animal e, conseqüentemente, não apresentar mudanças em seu consumo independente do regime alimentar imposto.

#### 4.4 Consumos de água e sal mineral de ovelhas gestantes da raça Santa Inês

Os consumos de água e sal mineralizado representam as médias durante o ensaio experimental e não foram submetidas à análise estatística, sendo apresentadas na tabela 8.

Tabela 8. Consumo de água (litros/dia) e sal mineral (gramas/dia) de ovelhas gestantes da raça Santa Inês sob dois regimes alimentares

| Idade gestacional / Manejo alimentar | Consumo de sal (g/dia) |              | Consumo de água (l/dia) |
|--------------------------------------|------------------------|--------------|-------------------------|
|                                      | Restrito               | Não Restrito | Geral                   |
| Ovelhas não gestantes                | 34,43                  | 37,46        | 2,24                    |
| Ovelhas com 90 dias de gestação      | 43,53                  | 48,41        | 3,23                    |
| Ovelhas com 110 dias de gestação     | 50,24                  | 57,92        | 3,21                    |
| Ovelhas com 130 dias de gestação     | 49,93                  | 49,08        | 3,95                    |
| Ovelhas com 140 dias de gestação     | 51,85                  | 42,32        | 4,45                    |
| Média                                | 46,00                  | 47,04        | 3,42                    |
| CV (%)                               | 63,96                  | 63,96        | 28,54                   |

Estes valores observados se encontram dentro dos valores preditos pelo NRC (1985), que define o consumo de sal mineral de ovinos em pastejo variando entre 30 a 50 gramas/dia,

variando de acordo com o tipo de pasto oferecido, distância percorrida, oferta de água e o clima, entre outros fatores.

#### 4.5 Composição corporal de cálcio em ovelhas gestantes e não gestantes

O manejo nutricional e o período gestacional não influenciaram ( $P < 0,05$ ) a concentração e conteúdo total de cálcio no sangue, na cabeça mais patas e na carcaça (Tabela 9).

Tabela 9. Concentração de cálcio no sangue, cabeça + patas e na carcaça em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de cálcio em gramas (g) nas partes analisadas

|                |       | Manejo |        | Período gestacional (dias) |        |        |        |        | CV    |
|----------------|-------|--------|--------|----------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|
|                |       | R      | NR     | 0                          | 90     | 110    | 130    | 140    | (%)   |
| Sangue*        |       |        |        |                            |        |        |        |        |       |
| g/kg           |       | 0,26   | 0,24   | 0,11                       | 0,31   | 0,35   | 0,32   | 0,16   | 28,60 |
| Conteúdo       | total | 0,64   | 0,57   | 0,31                       | 0,79   | 0,80   | 0,76   | 0,38   | 29,82 |
| (g)            |       |        |        |                            |        |        |        |        |       |
| Cabeça + patas |       |        |        |                            |        |        |        |        |       |
| g/kg           |       | 64,40  | 61,51  | 61,03                      | 61,05  | 65,70  | 68,37  | 58,63  | 21,66 |
| Conteúdo       | total | 201,64 | 193,87 | 206,11                     | 198,12 | 199,57 | 212,60 | 172,39 | 25,70 |
| (g)            |       |        |        |                            |        |        |        |        |       |
| Carcaça        |       |        |        |                            |        |        |        |        |       |
| g/kg           |       | 30,77  | 34,67  | 28,03                      | 36,99  | 30,15  | 35,88  | 32,54  | 39,56 |
| Conteúdo       | total | 599,67 | 688,13 | 604,17                     | 762,21 | 574,09 | 700,16 | 578,86 | 41,31 |
| (g)            |       |        |        |                            |        |        |        |        |       |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ); R = Restrito, NR = Não restrito.

Comparado aos demais componentes da tabela acima, os ossos craniais da espécie ovina apresentam uma elevada taxa de calcificação, como pode ser observado pela sua concentração de cálcio por quilograma (g/Kg). Esta alta concentração se deve a presença de dentes bem como da elevada calcificação dos ossos do crânio, resultado adaptativo ao comportamento desta espécie o qual se utiliza da cabeça para disputas de dominância. Além do que, há sabidamente, menor quantidade de tecidos moles quando se compara com sangue ou carcaça, o que eleva a concentração relativa desse mineral.

As concentrações de cálcio no sangue variaram de 0,11 a 0,35 g/kg e o conteúdo total de 0,31 a 0,80 g corroborando com os resultados encontrados por Grace (1983a). Esse autor observou 0,112 g/kg e 0,232 g de conteúdo total de cálcio no sangue no grupo de cordeiros e cordeiras Romney Marsh com 49,7 kg de peso vivo. O fato de não terem sido observado quaisquer alterações nas concentrações sanguíneas do cálcio, no que se refere ao avanço da

gestação pode refletir o grau de mobilização, captação e deposição do mineral em outras partes que não o sangue, o que elevou a oscilação nesse tecido e não permitiu a obtenção de resultados diferentes. Presume-se que houve uma tendência de aumento do conteúdo de cálcio nos animais como resultado de sua mobilização ou aumento de sua capacidade ingestiva ou absorptiva.

A concentração e o conteúdo de cálcio na carcaça não foram afetados pelo manejo nutricional nem pela gestação. As dietas deste experimento eram balanceadas para suprir plenamente as necessidades de cálcio das ovelhas, de modo que é possível inferir que não houve necessidade de grande mobilização de cálcio da carcaça para demais órgãos, em especial para fetos e anexos. Braithwaite et al (1970) relataram que a taxa de reabsorção óssea em ovelhas gestantes atinge o máximo no parto e que este não é acompanhado pelo aumento da capacidade de absorção do cálcio pelo intestino o qual atinge seu máximo durante a lactação. As ovelhas gestantes do presente ensaio estavam com 140 dias de gestação e pode ser que nos últimos 10 dias de gestação restantes o aumento da demanda pelo útero gravídico possa acarretar mudanças na concentração de cálcio na carcaça, porém isto não pode ser inferido com precisão neste experimento. A concentração de cálcio encontrada na matéria natural da carcaça não foi afetada pelo manejo nutricional sendo igual a 30,77 g/Kg nos animais sob regime alimentar restrito e 34,67 g/Kg nos animais alimentados plenamente. O efeito da restrição proteica sobre a retenção de cálcio no corpo foi previamente demonstrado por Field e Suttle (1973) e Braithwaite (1978), entretanto, a restrição imposta neste experimento (15%) talvez tenha sido insuficiente para afetar a concentração de cálcio na carcaça dos animais analisados, visto que nos trabalhos citados a restrição foi em torno de 50%.

De acordo com a tabela 10 a concentração em g/kg bem como o conteúdo total de cálcio na pele, gordura, órgãos e vísceras também não foram influenciadas pelo período gestacional ( $P > 0,05$ ). A pele tem baixa prioridade na redistribuição do cálcio e fósforo (Oddy & Annison, 1979), e como foi observado por Macedo Junior (2008) o metabolismo dos nutrientes muda durante a gestação, porém provavelmente o efeito do manejo nutricional se dá mais sobre o conteúdo de outras classes de nutriente do que sobre os minerais nessas partes. A concentração e o conteúdo de cálcio na pele variou de 0,96-2,42 g/kg e 2,78 a 6,37 g. Grace (1983) encontrou para ovelhas não gestantes concentração de 1,52 g/kg e 6,56 g de cálcio na pele. Essa inferioridade aqui observada pode dever-se ao fato de ter-se estudado ovelhas deslanadas, enquanto os autores acima trabalharam com animais lanados.

Tabela 10. Concentração de cálcio na pele, gorduras, órgãos e vísceras em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de cálcio em gramas (g) nas partes analisadas

|                     | Manejo |      | Período gestacional (dias) |      |      |      |      | CV (%) |
|---------------------|--------|------|----------------------------|------|------|------|------|--------|
|                     | R      | NR   | 0                          | 90   | 110  | 130  | 140  |        |
| Pele                |        |      |                            |      |      |      |      |        |
| g/kg                | 1,65   | 1,84 | 0,96                       | 2,03 | 2,15 | 2,42 | 1,15 | 44,54  |
| Conteúdo total (g)  | 4,39   | 4,91 | 2,97                       | 5,86 | 5,26 | 6,37 | 2,78 | 44,46  |
| Gorduras viscerais* |        |      |                            |      |      |      |      |        |
| g/kg                | 1,42   | 1,75 | 0,64                       | 2,09 | 1,98 | 1,91 | 1,32 | 38,10  |
| Conteúdo total (g)  | 3,04   | 4,74 | 1,35                       | 5,98 | 3,81 | 4,49 | 3,84 | 38,54  |
| Órgãos*             |        |      |                            |      |      |      |      |        |
| g/kg                | 0,43   | 0,40 | 0,28                       | 0,41 | 0,47 | 0,63 | 0,27 | 40,64  |
| Conteúdo total (g)  | 0,77   | 0,72 | 0,43                       | 0,72 | 0,86 | 1,18 | 0,52 | 41,52  |
| Vísceras*           |        |      |                            |      |      |      |      |        |
| g/kg                | 0,72   | 0,67 | 0,44                       | 0,87 | 0,79 | 0,81 | 0,57 | 36,79  |
| Conteúdo total (g)  | 2,18   | 2,07 | 1,41                       | 3,05 | 2,22 | 2,41 | 1,54 | 37,41  |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ); R = Restrito, NR = Não restrito.

A concentração de cálcio e o conteúdo total nas gorduras viscerais foi de 0,64-2,09 g/kg e 1,35-5,98 respectivamente. Segundo o ARC (1980) os depósitos de gordura não contêm cálcio. A amostra de gordura analisada neste experimento era composta em quantidades proporcionais ao seu peso dos depósitos de gorduras mesentéricas, perirenais, pericárdica e omental. As concentrações de cálcio encontradas nas gorduras deste estudo variaram dependendo do período gestacional e podem ser atribuídas ao aumento do número de anastomoses nos tecidos gordurosos, necessários para a mobilização de ácidos graxos ou síntese de tecido gorduroso elevando a irrigação sanguínea dos tecidos gordurosos alterando sua composição mineral, bem como a presença de tecidos membranosos os quais se encontravam ligados aos depósitos de gordura, como a pericárdica.

Macedo Junior (2008) encontrou diferenças no conteúdo de proteína e mineral na gordura de ovelhas gestantes em função do manejo nutricional e da idade gestacional. Segundo o autor a restrição alimentar não alterou o conteúdo de extrato etéreo da gordura das ovelhas vazias, porém uma redução no conteúdo de extrato etéreo das ovelhas aos 140 dias de gestação foi registrada. Relatou ainda que a idade gestacional não afetou o conteúdo de extrato etéreo da gordura, entretanto um menor conteúdo de mineral foi observado para as ovelhas vazias em relação as ovelhas com 140 dias de gestação corroborando a ideia de que o aumento da concentração mineral na gordura se deve ao aumento de anastomoses e desenvolvimento de membranas associadas a este tecido.

A concentração de cálcio e sua composição total nos órgãos, aqui obtidos, não variaram apresentando valores de 0,28 a 0,63 g/kg e 0,43 a 1,18 g, conforme período gestacional. (Tabela 10).

Segundo o ARC (1980) as vísceras contêm baixo conteúdo de cálcio (1% do cálcio corporal) e não representam uma fonte de cálcio para o organismo. A concentração e o conteúdo de cálcio nas vísceras oscilaram de 0,44 a 0,87 g/kg e 1,41 a 3,05 g.

O manejo alimentar não afetou a presença de cálcio na glândula mamária, útero, feto e líquido fetal (Tabela 11), porém fica evidente como a concentração (exceto para glândula mamária) e o conteúdo de cálcio desses compartimentos depende do estágio gestacional da ovelha. Em geral, os valores aumentam ao avançar da gestação evidenciando a mobilização do cálcio corporal para as partes intrínsecas à gestação a fim de estabelecer condições ideais ao crescimento do feto.

Tabela 11. Concentração de cálcio na glândula mamária, útero, feto e líquido fetal em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de cálcio em gramas (g) nas partes analisadas

|                    | Manejo |       | Período gestacional (dias) |                    |                    |                    |                    | CV (%) |
|--------------------|--------|-------|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|
|                    | R      | NR    | 0                          | 90                 | 110                | 130                | 140                |        |
| Glândula mamária*  |        |       |                            |                    |                    |                    |                    |        |
| g/kg               | 2,10   | 2,21  | 0,68                       | 2,63               | 2,26               | 2,76               | 2,45               | 41,74  |
| Conteúdo total (g) | 2,17   | 1,58  | 0,33 <sup>b</sup>          | 0,79 <sup>b</sup>  | 1,41 <sup>b</sup>  | 2,76 <sup>ab</sup> | 4,10 <sup>a</sup>  | 41,94  |
| Útero*             |        |       |                            |                    |                    |                    |                    |        |
| g/kg               | 0,52   | 0,63  | 0,18 <sup>b</sup>          | 0,61 <sup>a</sup>  | 0,67 <sup>a</sup>  | 0,75 <sup>a</sup>  | 0,67 <sup>a</sup>  | 24,82  |
| Conteúdo total (g) | 0,70   | 0,85  | 0,02 <sup>c</sup>          | 0,77 <sup>b</sup>  | 0,89 <sup>ab</sup> | 1,02 <sup>a</sup>  | 1,18 <sup>a</sup>  | 24,64  |
| Feto*              |        |       |                            |                    |                    |                    |                    |        |
| g/kg               | 9,74   | 9,45  | -                          | 7,24 <sup>b</sup>  | 10,47 <sup>b</sup> | 6,70 <sup>b</sup>  | 13,98 <sup>a</sup> | 31,43  |
| Conteúdo total (g) | 32,77  | 34,02 | -                          | 5,49 <sup>b</sup>  | 19,77 <sup>b</sup> | 26,47 <sup>b</sup> | 81,86 <sup>a</sup> | 32,43  |
| Líquido Fetal*     |        |       |                            |                    |                    |                    |                    |        |
| g/kg               | 0,047  | 0,038 | -                          | 0,020 <sup>b</sup> | 0,015 <sup>b</sup> | 0,014 <sup>b</sup> | 0,120 <sup>a</sup> | 16,43  |
| Conteúdo total (g) | 0,070  | 0,059 | -                          | 0,024 <sup>b</sup> | 0,017 <sup>b</sup> | 0,014 <sup>b</sup> | 0,202 <sup>a</sup> | 18,50  |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ); R = Restrito, NR = Não restrito.

Apesar de não apresentar diferença na concentração de cálcio na glândula mamária independente do estado da ovelha, o conteúdo de cálcio foi influenciado pela gestação ( $P < 0,05$ ), de forma que ovelhas no estágio final da gestação contêm mais cálcio (4,10 g) que as ovelhas vazias e com 90, 110 dias gestantes, 0,33; 0,79 e 1,41 g respectivamente. Sendo possível observar um aumento na quantidade bruta de cálcio, entre 110 e 140 dias de gestação, na ordem de aproximadamente 190%, ou seja, quase três vezes maior. Fazendo um rápido, porém simples exercício matemático, chega-se ao valor de 89,66 mg de cálcio

mobilizados por dia na glândula mamária. Como as fêmeas gestantes do presente trabalho estavam com 140 dias de gestação, fase em que já se encontra em curso o enchimento do úbere, o aumento da concentração de cálcio pode ser atribuída ao aumento da quantidade de tecido secretor e de secreções no interior da glândula uma vez que no momento do abate os animais apresentavam colostro no úbere, o que justificaria tamanha mobilização anteriormente sinalizada. Segundo Bauman e Currie (1980), o maior crescimento mamário coincide com o terço final da gestação, período em que o útero gravídico também tem necessidade crescente de energia e a demanda por nutrientes é máxima.

A concentração de cálcio no útero foi menor apenas em ovelhas vazias em comparação com as demais, evidenciando a importância do cálcio na gestação de ovinos, apontando também que esse mineral não tão demandado pelo útero devido ao crescimento fetal e sua consequente distensão, visto que dentre suas funções, o NRC (2007) destacou sua participação na contração muscular e relaxamento e contração dos vasos sanguíneos. O conteúdo total de cálcio apresentou-se maior em ovelhas com 130 (1,02 g) e 140 (1,18 g) dias de gestação em relação a ovelhas com 90 dias (0,77 g) e às vazias, essas por sua vez, apresentaram a menor quantidade total do mineral em questão (0,02 g). Esse aumento de cálcio observado no útero era esperado e se deve à presença de membranas e resíduos de secreções nas ovelhas gestantes uma vez que o útero foi analisado juntamente com as membranas que se desenvolvem na gestação (placenta, carúnculas e cotilédones), deixando claro que a partir dos 90 dias intensifica-se a mobilização do mineral junto ao útero.

O fato das variáveis analisadas serem superiores no último estágio gestacional (140 dias) em feto (13,98 g/kg e 81,86 g) e líquido fetal (120,25 g/kg e 202,00 g) é condizente com a curva de crescimento fetal, onde cerca de 75% do crescimento ocorre nas últimas três semanas de gestação (Robinson, 1982), período de alta demanda por cálcio devido à calcificação fetal.

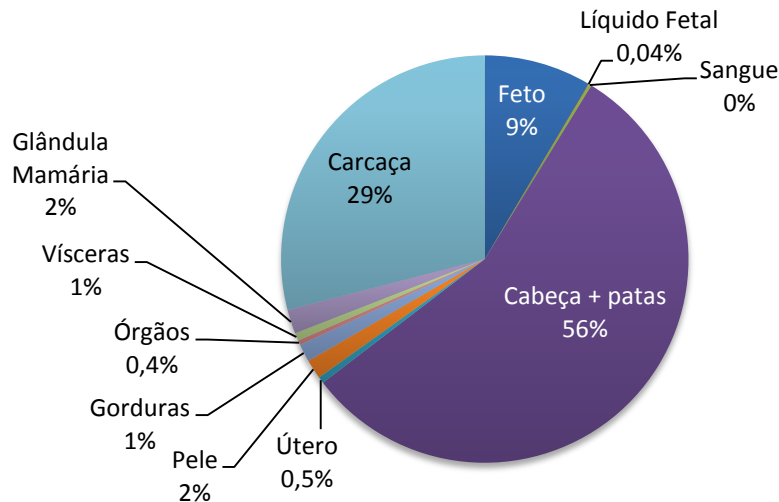
A concentração de cálcio nos fluidos fetais é afetada diretamente pelo feto e seu metabolismo. Fatores como aumento de secreções e deglutição do feto, secreções faringianas e escamações da pele são fatores que podem afetar sua concentração. Li et al. (2005) e Wales et al. (1973) encontraram um aumento na concentração de cálcio dos 50 a 100 dias de gestação em bovinos, sendo que os autores atribuíram ao efeito de captação fetal para a formação de placentomas.

A suposição feita no item de cálcio na carcaça reveste-se de maior consistência ao findar esse tópico, pois foi possível verificar que na carcaça o teor, como também a quantidade bruta do mineral não se alterou com o avanço da gestação, devido à possível



mobilização e/ou direcionamento para os componentes não carcaça, o que pode ser aqui confirmado.

A partir dos dados apresentados, conclui-se que o cálcio no corpo da ovelha está distribuído conforme a ilustração abaixo (Figura 2).



*Figura 2. Distribuição do cálcio no corpo de ovelha gestante Santa Inês*

#### **4.6 Composição corporal de fósforo em ovelhas gestantes e não gestantes**

Não houve influência ( $P > 0,05$ ) do manejo alimentar sobre a presença de fósforo no sangue (tabela 12), cabeça mais patas e carcaça, tal e qual apresentado pelo cálcio (tabela 9); o que mostra-se condizente, pois como demonstrado na revisão de literatura aqui exposta, esses dois macrominerais distribuem-se de forma muito similar nessas e até mesmo em outras partes do corpo dos animais.

A concentração de fósforo bem como seu conteúdo no sangue diferiram ( $P < 0,05$ ) devido ao período gestacional, de forma que as ovelhas vazias e gestantes de 140 dias possuíam maiores teores em relação às demais. As variáveis nesse componente oscilaram bruscamente entre as fêmeas não gestantes e aquelas em gestação, fato que não foi passível de explicação biológica (Tabela 12).

Tabela 12. Concentração de fósforo no sangue, cabeça + patas e na carcaça em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de fósforo em gramas (g) nas partes analisadas

|                    | Manejo |        | Período gestacional (dias) |                      |                      |                     |                    | CV (%) |
|--------------------|--------|--------|----------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|--------------------|--------|
|                    | R      | NR     | 0                          | 90                   | 110                  | 130                 | 140                |        |
| Sangue*            |        |        |                            |                      |                      |                     |                    |        |
| g/kg               | 0,015  | 0,032  | 0,031 <sup>a</sup>         | 0,007 <sup>b</sup>   | 0,006 <sup>b</sup>   | 0,011 <sup>b</sup>  | 0,057 <sup>a</sup> | 24,89  |
| Conteúdo total (g) | 0,063  | 0,058  | 0,138 <sup>a</sup>         | 0,018 <sup>b</sup>   | 0,013 <sup>b</sup>   | 0,029 <sup>b</sup>  | 0,105 <sup>a</sup> | 25,26  |
| Cabeça + patas     |        |        |                            |                      |                      |                     |                    |        |
| g/kg               | 31,20  | 31,48  | 26,53 <sup>b</sup>         | 32,56 <sup>a</sup>   | 33,96 <sup>a</sup>   | 36,74 <sup>a</sup>  | 26,90 <sup>b</sup> | 16,61  |
| Conteúdo total (g) | 97,56  | 98,87  | 89,78 <sup>bc</sup>        | 104,56 <sup>ab</sup> | 103,25 <sup>ab</sup> | 114,13 <sup>a</sup> | 79,36 <sup>c</sup> | 21,51  |
| Carcaça            |        |        |                            |                      |                      |                     |                    |        |
| g/kg               | 21,51  | 23,31  | 22,91                      | 25,56                | 26,15                | 20,49               | 19,78              | 10,78  |
| Conteúdo total (g) | 18,99  | 21,00  | 21,62 <sup>ab</sup>        | 17,99 <sup>b</sup>   | 15,88 <sup>b</sup>   | 18,59 <sup>b</sup>  | 25,90 <sup>a</sup> | 25,64  |
| Conteúdo total (g) | 368,68 | 416,63 | 466,96                     | 369,00               | 301,31               | 363,66              | 462,34             | 28,52  |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ); R = Restrito, NR = Não restrito.

Por outro lado, a concentração de fósforo na cabeça mais patas apresentou-se de forma inversa, tendo as ovelhas vazias e gestantes com 140 dias com maiores valores, indicando um efeito quadrático em razão da gestação, fato que é bastante congruente com a mobilização do mineral que se dá na fase final da gestação. Patas e cabeça demonstraram ser pontos de estocagem de fósforo, confirmando relatos da literatura (Robinson, 1982 e Underwood & Suttle, 1999). O conteúdo total nesse componente oscilou de modo que ovelhas com 130 dias de gestação representados por 114,13 gramas de fósforo foi maior que nas vazias (89,78 g) seguida por aquelas com 140 dias gestacionais com 79,36 g. Segundo o ARC (1980) a concentração de fósforo varia de 50 a 100 g/Kg nos ossos, estando em acordo com os dados encontrados neste trabalho.

Apesar da carcaça não ter apresentado diferenças em seu conteúdo total de fósforo ( $P > 0,05$ ), é notável a diferença em concentração quando se compara período gestacional, sendo as ovelhas com 140 dias de gestação tiveram maiores valores (25,90 g/kg) comparando-se com os demais estádios de gestação (90, 110 e 130), mas se equipareu àquelas vazias (21,62 g/kg). Nesse caso, o que pode justificar tais diferenças é o “efeito diluição” ocorrido com o decorrer da gestação, onde o dinamismo dos tecidos ósseo, adiposo e em menor escala do muscular, impuseram tais diferenças quando as ovelhas tornaram-se gestantes. Já no final do ciclo gestacional, o maior aporte oriundo da mobilização do mineral pode ter ocasionado sua elevação proporcional. Por outro lado, aquelas vazias, pela ausência de mobilização tecidual, ou mesmo pelos menores crescimentos desses, apresentaram-se, com o efeito de

diluição. Grace (1983) encontrou 280,39 g de fósforo em ossos e 29,90 g em músculos de ovelhas com 49,7 kg que, ao somar (310,29 g), fica dentro os valores encontrados nesse trabalho em carcaça (301,31 a 466,96 g).

A concentração e conteúdo total de fósforo não apresentaram diferenças em pele, órgãos e vísceras (Tabela 13).

Tabela 13. Concentração de fósforo na pele, gorduras, órgãos e vísceras em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de fósforo em gramas (g) nas partes analisadas

|                     | Manejo |      | Período gestacional (dias) |                   |                   |                   |                    | CV (%) |
|---------------------|--------|------|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------|
|                     | R      | NR   | 0                          | 90                | 110               | 130               | 140                |        |
| Pele                |        |      |                            |                   |                   |                   |                    |        |
| g/kg                | 0,65   | 0,75 | 0,87                       | 0,55              | 0,71              | 0,39              | 0,98               | 30,63  |
| Conteúdo total (g)  | 1,70   | 2,05 | 2,72                       | 1,64              | 1,76              | 0,94              | 2,33               | 31,22  |
| Gorduras viscerais* |        |      |                            |                   |                   |                   |                    |        |
| g/kg                | 2,11   | 2,31 | 3,59 <sup>a</sup>          | 1,04 <sup>b</sup> | 1,36 <sup>b</sup> | 1,50 <sup>b</sup> | 3,56 <sup>a</sup>  | 32,66  |
| Conteúdo total (g)  | 4,72   | 6,90 | 9,12 <sup>ab</sup>         | 2,97 <sup>b</sup> | 2,63 <sup>b</sup> | 3,44 <sup>b</sup> | 10,88 <sup>a</sup> | 33,22  |
| Órgãos              |        |      |                            |                   |                   |                   |                    |        |
| g/kg                | 2,12   | 2,26 | 2,09                       | 2,02              | 2,31              | 2,30              | 2,23               | 43,00  |
| Conteúdo total (g)  | 3,75   | 4,12 | 3,22                       | 3,53              | 4,17              | 4,29              | 4,46               | 43,25  |
| Vísceras            |        |      |                            |                   |                   |                   |                    |        |
| g/kg                | 1,60   | 1,63 | 1,57                       | 1,74              | 1,52              | 1,43              | 1,80               | 34,89  |
| Conteúdo total (g)  | 4,70   | 4,96 | 4,50                       | 5,85              | 4,26              | 4,27              | 4,77               | 36,25  |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ); R = Restrito, NR = Não restrito.

Contudo, as gorduras viscerais apresentaram diferenças, onde o conteúdo de fósforo nas gorduras foi maior nas ovelhas com 140 dias de gestação seguidas das ovelhas com 130, 110 e 90 dias gestacionais: 10,88; 3,44; 2,63 e 2,97 g, respectivamente. Segundo o ARC (1980) os depósitos de triglicerídeos contêm quantidades insignificantes de fósforo, porém outros compostos gordurosos como fosfolipídios e lecitinas contêm fósforo em sua composição. A amostra de gordura analisada neste trabalho era composta por diferentes tipos de tecido gorduroso os quais apresentavam tecidos membranosos, além do mais a presença de vascularizações e inervações também faziam partes do tecido gorduroso podendo ser a causa desse comportamento do fósforo nessas ovelhas.

A concentração de fósforo na pele foi de 0,39 a 0,98 g/kg, e o seu conteúdo de fósforo oscilou entre 0,94 g e 2,72 g, porém sem alteração significativa ( $P > 0,05$ ). Braithwaite et al. (1970,1983) trabalhando com cinética de cálcio e fósforo relataram que estes minerais estão em constante movimento entre os diferentes compartimentos corporais, dependendo da necessidade metabólica do organismo para cada um deles. Sabe-se que devido à alta

associação que existe entre o metabolismo destes minerais, alterações com o cálcio também induzem às mudanças no metabolismo do fósforo. Registraram ainda que mudanças na retenção de fósforo estão diretamente relacionadas com alterações na retenção de cálcio.

A pele tem baixa prioridade na redistribuição do cálcio e fósforo (Oddy e Annison, 1979), e como foi observado por Macedo Júnior (2008) o metabolismo dos nutrientes muda durante a gestação, porém provavelmente o efeito do manejo nutricional se dá mais sobre o conteúdo de outras classes de nutriente do que sobre os minerais. Isso também ocorreu com o cálcio aqui avaliado (Tabela 10).

A concentração de fósforo nos órgãos e nas vísceras encontrados não sofreu influência, seja do manejo alimentar, seja do estágio gestacional, e manteve-se entre 2,02 a 2,31 g/kg e 1,43 a 1,80 g/kg, respectivamente, para órgãos e vísceras, conforme o período gestacional. Já o conteúdo total de P ficou entre 3,22 e 4,46 g para órgãos e 4,26 a 5,85 g para vísceras. Os dados estão próximos aos encontrados por Grace (1983) em ovinos em crescimento, colocando 5,04 g e 5,73 para órgãos e vísceras respectivamente.

Conforme foi observado no cálcio, o conteúdo total de fósforo em componentes diretamente ligados à gestação elevam-se com o avanço da gestação (Tabela 14).

Tabela 14. Concentração de fósforo na glândula mamária, útero, feto e líquido fetal em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de fósforo em gramas (g) nas partes analisadas

|                    | Manejo |       | Período gestacional (dias) |                   |                    |                    |                    | CV (%) |
|--------------------|--------|-------|----------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|
|                    | R      | NR    | 0                          | 90                | 110                | 130                | 140                |        |
| Glândula mamária*  |        |       |                            |                   |                    |                    |                    |        |
| g/kg               | 2,35   | 1,96  | 0,63                       | 2,87              | 2,13               | 2,27               | 2,87               | 38,17  |
| Conteúdo total (g) | 2,12   | 1,56  | 0,21 <sup>b</sup>          | 0,81 <sup>b</sup> | 1,27 <sup>b</sup>  | 2,01 <sup>ab</sup> | 4,91 <sup>a</sup>  | 38,35  |
| Útero              |        |       |                            |                   |                    |                    |                    |        |
| g/kg               | 1,07   | 1,19  | 0,85                       | 1,35              | 1,16               | 1,25               | 1,05               | 39,77  |
| Conteúdo total (g) | 1,28   | 1,45  | 0,08 <sup>b</sup>          | 1,62 <sup>a</sup> | 1,55 <sup>a</sup>  | 1,73 <sup>a</sup>  | 1,85 <sup>a</sup>  | 45,17  |
| Feto*              |        |       |                            |                   |                    |                    |                    |        |
| g/kg               | 5,19   | 5,83  | -                          | 4,09 <sup>c</sup> | 5,19 <sup>c</sup>  | 5,28 <sup>b</sup>  | 7,48 <sup>a</sup>  | 37,79  |
| Conteúdo total (g) | 17,36  | 20,83 | -                          | 3,35 <sup>c</sup> | 10,00 <sup>c</sup> | 19,28 <sup>b</sup> | 43,74 <sup>a</sup> | 37,61  |
| Líquido Fetal*     |        |       |                            |                   |                    |                    |                    |        |
| g/kg               | 0,002  | 0,002 | -                          | 0,003             | 0,003              | 0,002              | 0,003              | 32,95  |
| Conteúdo total (g) | 0,003  | 0,003 | -                          | 0,003             | 0,003              | 0,002              | 0,004              | 34,14  |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ); R = Restrito, NR = Não restrito.

O que já era de se esperar pelo fato desses minerais terem grande relação no metabolismo animal e ainda pela exigência imposta pela gestação; visto que o P atua no metabolismo dos carboidratos, gorduras e proteínas, no transporte de energia (ATP e ADP),

na produção de leite, no controle do metabolismo celular; no equilíbrio ácido-base; na formação dos fosfolipídeos e em sistemas enzimáticos que estarão envolvidos, direta ou indiretamente com o metabolismo fetal (Cavalheiro & Trindade, 1992).

A glândula mamária de ovelhas com 140 dias gestacionais apresentou-se com maior valor (4,91 g) em comparação às ovelhas vazias (0,21 g) e com 90 (0,81 g) e 110 (1,27 g) dias de gestação. Esse aumento pode ser atribuído à maior quantidade de tecido secretor e de secreções na glândula das ovelhas prestes a parirem contra aquelas vazias ou no terço inicial da gestação. O desenvolvimento da glândula mamária ocorre após o 100<sup>o</sup> dia de gestação aproximadamente bem como ao início da produção de colostro.

O manejo alimentar não afetou a concentração ou a quantidade total de P no útero, mas o útero das ovelhas vazias apresentou menor conteúdo de fósforo em relação às demais, mostrando claramente a importância desse mineral na gestação, mas ao se avaliar a concentração do mineral nesse órgão, viu-se que não houve diferença. O conteúdo total de fósforo apresentou-se maior em ovelhas gestantes (1,55 a 1,85 g) em relação a ovelhas vazias (0,08 g). Esse aumento de fósforo observado no útero pode ser atribuído à presença de membranas e resíduos de secreções nas ovelhas gestantes uma vez que o útero foi analisado juntamente com as membranas que se desenvolvem na gestação (placenta, carúnculas e cotilédones).

A concentração de fósforo bem como seu conteúdo total no feto foi maior em ovelhas com 140 dias (7,48 g/kg e 43,74 g) seguidas das de 130 (5,28 g/kg e 19,28 g), sendo que os estádios iniciais da gestação representam-se com os menores valores (5,19 e 4,09 g/kg; 10,0 e 3,35 g), o que retrata a curva de crescimento fetal, onde cerca de 75% do crescimento ocorre nas últimas três semanas de gestação, período de alta demanda por nutrientes assim como o fósforo. O ARC (1980) citou uma concentração de cálcio e fósforo no feto de 4 Kg ao nascimento é igual a 13 g/Kg MN e 7 g/Kg MN respectivamente não diferindo do encontrado neste trabalho.

A concentração e conteúdo de fósforo no líquido fetal se apresentou entre 0,002 a 0,003 g/kg e 0,002 a 0,004 g conforme o período gestacional.

A partir dos dados apresentados, conclui-se que o fósforo no corpo da ovelha está distribuído conforme a ilustração abaixo (Figura 3).

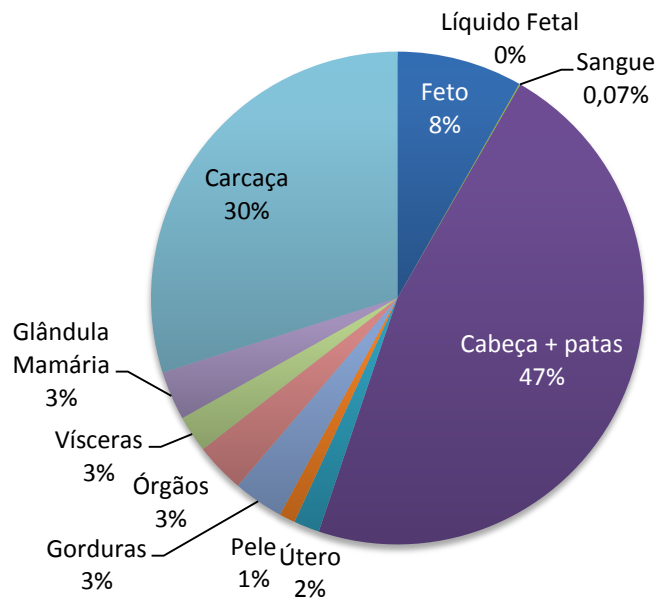


Figura 3. Distribuição do fósforo no corpo da ovelha gestante Santa Inês

#### 4.7 Composição corporal de sódio em ovelhas gestantes e não gestantes

Apenas o conteúdo total de sódio na cabeça e patas variaram dentre os períodos gestacionais sendo as ovelhas com 130 dias de gestação com maiores valores (11,77 g) em relação às de 140 dias com 10,11 g (Tabela 15).

Tabela 15. Concentração de sódio no sangue, cabeça + patas e na carcaça em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de sódio em gramas (g) nas partes analisadas

|                    | Manejo |       | Período gestacional (dias) |                     |                     |                    |                    | CV (%) |
|--------------------|--------|-------|----------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------|
|                    | R      | NR    | 0                          | 90                  | 110                 | 130                | 140                |        |
| Sangue             |        |       |                            |                     |                     |                    |                    |        |
| g/kg               | 1,81   | 1,80  | 1,54                       | 1,81                | 1,97                | 1,94               | 1,76               | 27,40  |
| Conteúdo total (g) | 4,33   | 4,41  | 4,25                       | 4,73                | 4,57                | 4,56               | 3,74               | 34,80  |
| Cabeça + patas     |        |       |                            |                     |                     |                    |                    |        |
| g/kg               | 3,53   | 3,53  | 3,36                       | 3,53                | 3,52                | 3,79               | 3,44               | 11,18  |
| Conteúdo total (g) | 11,00  | 11,11 | 11,29 <sup>ab</sup>        | 11,43 <sup>ab</sup> | 10,67 <sup>ab</sup> | 11,77 <sup>a</sup> | 10,11 <sup>b</sup> | 15,55  |
| Carcaça            |        |       |                            |                     |                     |                    |                    |        |
| g/kg               | 2,14   | 2,32  | 2,05                       | 2,55                | 1,95                | 2,28               | 2,33               | 33,05  |
| Conteúdo total (g) | 41,98  | 45,85 | 44,02                      | 52,58               | 36,88               | 44,69              | 41,41              | 35,71  |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ); R = Restrito, NR = Não restrito.

De acordo com a tabela 16, a concentração de sódio na pele de ovelhas também foi influenciada pelo período gestacional, sendo que aquelas com 140 dias de gestação foi maior em relação às ovelhas com 90 e 110 dias, sendo as ovelhas vazias com os menores valores do

mineral. Quando se compara o conteúdo total de sódio na pele, as ovelhas de 140 dias apresentam os valores mais elevados somente em relação às ovelhas vazias. Uma possibilidade para esse efeito, seja absoluto, seja relativo, diz respeito aos mecanismos termorregulatórios, em especial à sudorese, pois segundo Hafez (1973) e McDowell (1974), fêmeas mamíferas em gestação tendem a sair da zona termoneutra devido ao aumento do seu metabolismo bem como pelas alterações que têm no volume corporal e na superfície relativa da pele por onde dissipa-se o calor, por evaporação ou condução-convecção. No primeiro caso fica patente o incremento do sódio devido à maior sudorese.

Tabela 16. Concentração de sódio na pele, gorduras, órgãos e vísceras em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de sódio em gramas (g) nas partes analisadas

|                     | Manejo |       | Período gestacional (dias) |                    |                    |                    |                    | CV (%) |
|---------------------|--------|-------|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|
|                     | R      | NR    | 0                          | 90                 | 110                | 130                | 140                |        |
| Pele                |        |       |                            |                    |                    |                    |                    |        |
| g/kg                | 2,45   | 2,36  | 1,65 <sup>c</sup>          | 2,11 <sup>bc</sup> | 2,36 <sup>bc</sup> | 2,69 <sup>ab</sup> | 3,21 <sup>a</sup>  | 34,45  |
| Conteúdo total (g)  | 6,45   | 6,09  | 4,72 <sup>b</sup>          | 6,04 <sup>ab</sup> | 5,90 <sup>ab</sup> | 6,96 <sup>ab</sup> | 7,73 <sup>a</sup>  | 40,51  |
| Gorduras viscerais* |        |       |                            |                    |                    |                    |                    |        |
| g/kg                | 7,29   | 6,84  | 5,46 <sup>b</sup>          | 7,15 <sup>b</sup>  | 6,40 <sup>b</sup>  | 5,94 <sup>b</sup>  | 10,38 <sup>a</sup> | 2,38   |
| Conteúdo total (g)  | 16,71  | 19,34 | 12,13 <sup>b</sup>         | 12,55 <sup>b</sup> | 13,87 <sup>b</sup> | 14,18 <sup>b</sup> | 27,39 <sup>a</sup> | 3,92   |
| Órgãos              |        |       |                            |                    |                    |                    |                    |        |
| g/kg                | 1,52   | 1,57  | 1,68                       | 1,57               | 1,36               | 1,47               | 1,64               | 20,90  |
| Conteúdo total (g)  | 2,67   | 2,85  | 2,60 <sup>ab</sup>         | 2,74 <sup>ab</sup> | 2,45 <sup>b</sup>  | 2,71 <sup>ab</sup> | 3,29 <sup>a</sup>  | 29,62  |
| Vísceras            |        |       |                            |                    |                    |                    |                    |        |
| g/kg                | 1,51   | 1,59  | 1,65                       | 1,74               | 1,39               | 1,37               | 1,58               | 42,84  |
| Conteúdo total (g)  | 4,47   | 4,84  | 5,28                       | 5,81               | 3,93               | 4,07               | 4,19               | 46,30  |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ); R = Restrito, NR = Não restrito.

Entretanto, os teores de sódio nas gorduras viscerais apresentaram maiores em ovelhas de 140 dias de gestação (10,38 g/kg) em comparação a todos os grupos.

Apesar da concentração de sódio nos órgãos não ter sido influenciada pelo estágio gestacional, o conteúdo total foi diferente de modo que ovelhas de 140 dias apresentaram maiores quantidades de sódio do que as ovelhas com 110 dias.

Não houve efeito do regime alimentar sobre a concentração ou quantidade total de sódio na glândula mamária, útero, feto e líquido fetal (tabela 17). Apesar de não ter apresentado diferenças em concentração, em função da gestação, o conteúdo total de sódio foi maior na glândula mamária.

No útero ocorreu uma elevação na concentração do mineral aos 90 dias de gestação, mas para a quantidade bruta observou-se menor participação naquelas fêmeas vazias, seguidas

por aquelas com 110, 130 e 90 dias, tendo essa última, quantidade equivalente às ovelhas com 140 dias de prenhez (2,74 e 2,90 g, respectivamente), sendo que essas últimas superaram as demais.

Para os fetos, as ovelhas com 140 dias de gestação apresentaram as maiores quantidades absolutas do sódio, tendo equivalência entre as demais, já nos valores relativos, apenas aos 130 dias é que foi menor que as demais. Devido às suas funções de manter a pressão osmótica e regular o equilíbrio ácido-base e está envolvido, especificamente, no metabolismo da água, na absorção de nutrientes e na transmissão de impulsos nervosos, como elucidou Conrad et al. (1985), faz sentido de que sua quantidade seja maior no feto ao final da gestação, visto a maior intensidade metabólica que esse compartimento apresenta, demandando significativamente mais as ações do sódio a acima citadas. Além do que, Silva (1995) citou sua participação significativa nos osso (4 g/kg de massa corporal) e nos músculos (750 g de Na/kg de massa corporal) e até 3,5 g/kg nos fluidos corporais, portanto compatível com o crescimento fetal no terço final da gestação.

Tabela 17. Concentração de sódio na glândula mamária, útero, feto e líquido fetal em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de sódio em gramas (g) nas partes analisadas

|                    | Manejo |      | Período gestacional (dias) |                    |                   |                    |                    | CV (%) |
|--------------------|--------|------|----------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------|
|                    | R      | NR   | 0                          | 90                 | 110               | 130                | 140                |        |
| Glândula mamária*  |        |      |                            |                    |                   |                    |                    |        |
| g/kg               | 2,01   | 2,30 | 2,11                       | 2,23               | 2,16              | 1,89               | 2,40               | 37,87  |
| Conteúdo total (g) | 1,65   | 1,52 | 0,64 <sup>b</sup>          | 0,68 <sup>b</sup>  | 1,02 <sup>b</sup> | 1,63 <sup>b</sup>  | 3,95 <sup>a</sup>  | 37,41  |
| Útero              |        |      |                            |                    |                   |                    |                    |        |
| g/kg               | 1,86   | 1,81 | 1,93 <sup>b</sup>          | 2,37 <sup>a</sup>  | 1,60 <sup>b</sup> | 1,61 <sup>b</sup>  | 1,67 <sup>b</sup>  | 28,54  |
| Conteúdo total (g) | 1,97   | 2,07 | 0,18 <sup>d</sup>          | 2,74 <sup>ab</sup> | 2,00 <sup>c</sup> | 2,26 <sup>bc</sup> | 2,90 <sup>a</sup>  | 35,70  |
| Feto               |        |      |                            |                    |                   |                    |                    |        |
| g/kg               | 1,62   | 1,56 | -                          | 1,74 <sup>a</sup>  | 1,67 <sup>a</sup> | 1,14 <sup>b</sup>  | 1,81 <sup>a</sup>  | 36,53  |
| Conteúdo total (g) | 4,71   | 5,10 | -                          | 1,35 <sup>b</sup>  | 3,13 <sup>b</sup> | 4,37 <sup>b</sup>  | 10,79 <sup>a</sup> | 55,07  |
| Líquido Fetal*     |        |      |                            |                    |                   |                    |                    |        |
| g/kg               | 0,19   | 0,15 | -                          | 0,19               | 0,17              | 0,13               | 0,19               | 17,59  |
| Conteúdo total (g) | 0,26   | 0,21 | -                          | 0,261              | 0,186             | 0,134              | 0,360              | 18,41  |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ); R = Restrito, NR = Não restrito.

A partir dos dados apresentados, conclui-se que o sódio no corpo da ovelha está distribuído conforme a ilustração abaixo (Figura 4).



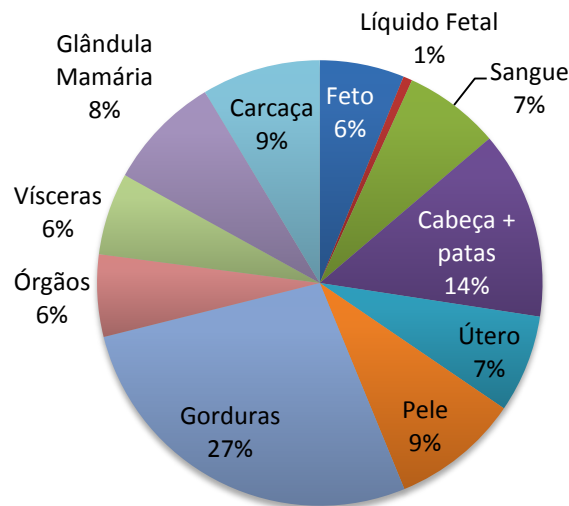


Figura 4. Distribuição do sódio no corpo da ovelha gestante Santa Inês

#### 4.8 Composição corporal de potássio em ovelhas gestantes e não gestantes

Conforme descrito na tabela 18, as concentrações e conteúdos totais de potássio em sangue, cabeça mais patas e carcaça não apresentaram diferenças entre os tratamentos testados.

Tabela 18. Concentração de potássio no sangue, cabeça + patas e na carcaça em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de potássio em gramas (g) nas partes analisadas

|                    | Manejo |       | Período gestacional (dias) |       |       |       |       | CV (%) |
|--------------------|--------|-------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                    | R      | NR    | 0                          | 90    | 110   | 130   | 140   |        |
| Sangue             |        |       |                            |       |       |       |       |        |
| g/kg               | 0,94   | 0,82  | 0,82                       | 0,82  | 0,76  | 0,96  | 1,04  | 50,12  |
| Conteúdo total (g) | 2,24   | 1,97  | 2,20                       | 2,21  | 1,65  | 2,24  | 2,23  | 51,77  |
| Cabeça + patas     |        |       |                            |       |       |       |       |        |
| g/kg               | 1,34   | 1,41  | 1,40                       | 1,36  | 1,37  | 1,41  | 1,34  | 16,56  |
| Conteúdo total (g) | 4,19   | 4,44  | 4,71                       | 4,38  | 4,14  | 4,39  | 3,95  | 19,34  |
| Carcaça            |        |       |                            |       |       |       |       |        |
| g/kg               | 2,28   | 2,38  | 2,12                       | 2,67  | 2,04  | 2,39  | 2,42  | 35,10  |
| Conteúdo total (g) | 44,79  | 47,11 | 45,84                      | 55,37 | 38,46 | 46,89 | 43,19 | 38,72  |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ); R = Restrito, NR = Não restrito.

Tal como o sódio, esse mineral, apesar de ser o terceiro elemento mineral mais abundante no corpo animal, não possui um local específico para estocagem, ocorrendo mais frequentemente nos fluidos (Conrad et al., 1985). Como seu excesso é altamente comprometedor à saúde animal, e por estar presente em uma variedade de funções fisiológicas

como balanço osmótico, equilíbrio ácido-base, no âmbito celular, em especial no metabolismo da água é possível que a sua reciclagem pelo organismo das ovelhas não permitiu o surgimento de diferenças impostas pelos fatores testados.

A tabela 19 representa os teores de potássio de forma que nas gorduras viscerais, nos órgãos e nas vísceras não apresentaram diferenças nos tratamentos testados ( $P>0,05$ ).

Tabela 19. Concentração de potássio na pele, gorduras, órgãos e vísceras em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de potássio em gramas (g) nas partes analisadas

|                     | Manejo |       | Período gestacional (dias) |                    |                   |                   |                   | CV (%) |
|---------------------|--------|-------|----------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------|
|                     | R      | NR    | 0                          | 90                 | 110               | 130               | 140               |        |
| Pele                |        |       |                            |                    |                   |                   |                   |        |
| g/kg                | 3,97   | 3,70  | 4,61 <sup>a</sup>          | 4,27 <sup>a</sup>  | 3,61 <sup>b</sup> | 3,02 <sup>b</sup> | 3,67 <sup>b</sup> | 31,47  |
| Conteúdo total (g)  | 10,57  | 10,19 | 13,82 <sup>a</sup>         | 12,33 <sup>a</sup> | 9,04 <sup>b</sup> | 7,73 <sup>b</sup> | 8,98 <sup>b</sup> | 35,85  |
| Gorduras viscerais* |        |       |                            |                    |                   |                   |                   |        |
| g/kg                | 4,32   | 4,23  | 3,88                       | 3,98               | 3,97              | 3,16              | 6,39              | 30,55  |
| Conteúdo total (g)  | 9,46   | 11,06 | 8,28                       | 11,53              | 8,07              | 6,70              | 16,42             | 31,05  |
| Órgãos              |        |       |                            |                    |                   |                   |                   |        |
| g/kg                | 2,36   | 2,40  | 2,46                       | 2,62               | 2,16              | 2,33              | 2,33              | 19,92  |
| Conteúdo total (g)  | 4,15   | 4,35  | 3,82                       | 4,60               | 3,89              | 4,32              | 4,64              | 28,20  |
| Vísceras            |        |       |                            |                    |                   |                   |                   |        |
| g/kg                | 1,63   | 1,62  | 1,76                       | 1,81               | 1,39              | 1,47              | 1,69              | 44,81  |
| Conteúdo total (g)  | 4,87   | 4,94  | 5,64                       | 6,08               | 3,92              | 4,41              | 4,47              | 49,22  |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P<0,05$ ); R = Restrito, NR = Não restrito.

Dessa forma, apenas a pele apresentou variação em sua concentração e conteúdo total de potássio, sendo as ovelhas vazias e com 90 dias de gestação com maiores teores desse mineral. Como exposto para o sódio, é muito provável que as oscilações de K na pele devam-se à sudorese das ovelhas, onde o maior conteúdo bruto conduziu à maior excreção, com o intuito de manter-se os níveis orgânicos. Perdas através da pele, urina, fezes e na produção do colostro, podem ter influenciado essa ausência de diferenças nos órgãos e vísceras, e como seu metabolismo é muito intenso, formas de excreções (urina e fezes) podem ter colaborado com a resposta aqui obtida.

Conforme a tabela 20, apenas o líquido fetal não apresentou diferenças em valores de potássio entre os períodos gestacionais. Pelos valores absolutos, e pelo dinamismo do K no organismo das ovelhas, esses dados só vem a reforçar o que fora exposto anteriormente, ou seja, o mineral foi deslocado para sítios em que sua demanda era mais premente (balanço osmótico, equilíbrio ácido-base, metabolismo da água, etc.). Pois é fácil observar seu incremento, em valores absolutos, quando se aproximou do parto.

Tabela 20. Concentração de potássio na glândula mamária, útero, feto e líquido fetal em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de potássio em gramas (g) nas partes analisadas

|                    | Manejo |       | Período gestacional (dias) |                    |                    |                    |                   | CV (%) |
|--------------------|--------|-------|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------|
|                    | R      | NR    | 0                          | 90                 | 110                | 130                | 140               |        |
| Glândula mamária*  |        |       |                            |                    |                    |                    |                   |        |
| g/kg               | 1,36   | 1,65  | 1,11 <sup>b</sup>          | 1,26 <sup>b</sup>  | 1,60 <sup>ab</sup> | 1,51 <sup>ab</sup> | 2,05 <sup>a</sup> | 37,68  |
| Conteúdo total (g) | 1,35   | 1,15  | 0,29 <sup>b</sup>          | 0,39 <sup>b</sup>  | 0,91 <sup>b</sup>  | 1,25 <sup>b</sup>  | 3,40 <sup>a</sup> | 37,24  |
| Útero              |        |       |                            |                    |                    |                    |                   |        |
| g/kg               | 1,47   | 1,47  | 0,99 <sup>b</sup>          | 1,60 <sup>ab</sup> | 1,35 <sup>ab</sup> | 1,56 <sup>ab</sup> | 1,85 <sup>a</sup> | 43,17  |
| Conteúdo total (g) | 1,81   | 1,85  | 0,10 <sup>c</sup>          | 1,89 <sup>b</sup>  | 1,78 <sup>b</sup>  | 2,19 <sup>b</sup>  | 3,19 <sup>a</sup> | 43,33  |
| Feto*              |        |       |                            |                    |                    |                    |                   |        |
| g/kg               | 1,14   | 1,21  | -                          | 1,32 <sup>a</sup>  | 1,16 <sup>a</sup>  | 0,74 <sup>b</sup>  | 1,49 <sup>a</sup> | 29,50  |
| Conteúdo total (g) | 3,28   | 4,32  | -                          | 1,03 <sup>b</sup>  | 2,20 <sup>b</sup>  | 2,79 <sup>b</sup>  | 9,18 <sup>a</sup> | 30,17  |
| Líquido Fetal*     |        |       |                            |                    |                    |                    |                   |        |
| g/kg               | 0,072  | 0,052 | -                          | 0,085              | 0,027              | 0,041              | 0,095             | 18,67  |
| Conteúdo total (g) | 0,099  | 0,079 | -                          | 0,107              | 0,036              | 0,047              | 0,165             | 19,86  |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ); R = Restrito, NR = Não restrito.

A concentração de potássio na glândula mamária de ovelhas com 140 dias de gestação é maior em relação às ovelhas vazias e com 90 dias de gestação. Porém, quando compara-se conteúdo total de potássio na glândula mamária, as ovelhas com 140 dias de gestação revelam ser maior, independente do estágio fisiológico da fêmea. O ARC (1980) preconizou 1,4 g de K por kg de leite de ovelhas, sendo razoável presumir que o valor de 3,40 g registrado aos 140 dias de gestação sejam responsáveis, não só pela sua presença no colostro, mas também serve com forte indicativo da mobilização do tecido mamário para a lactação que se aproxima.

No útero a concentração de potássio é menor em ovelhas vazias quando comparadas às de 140 dias gestacionais não havendo diferenças entre os demais grupos. No conteúdo total, a observação se repete, porém os períodos de 90, 110 e 130 apresentam-se intermediários e equivalentes entre si, mas superam os valores de ovelhas vazias e permanecem inferiores àquelas com 140 dias de prenhez.

Apesar de haver variação na concentração de potássio no feto, as ovelhas com 140 dias de gestação apresentaram maiores quantidades de potássio no feto quando comparadas às demais, o que torna-se compreensível, visto que o feto está em desenvolvimento.

A partir dos dados apresentados, conclui-se que o potássio no corpo da ovelha está distribuído conforme a ilustração abaixo (Figura 5).

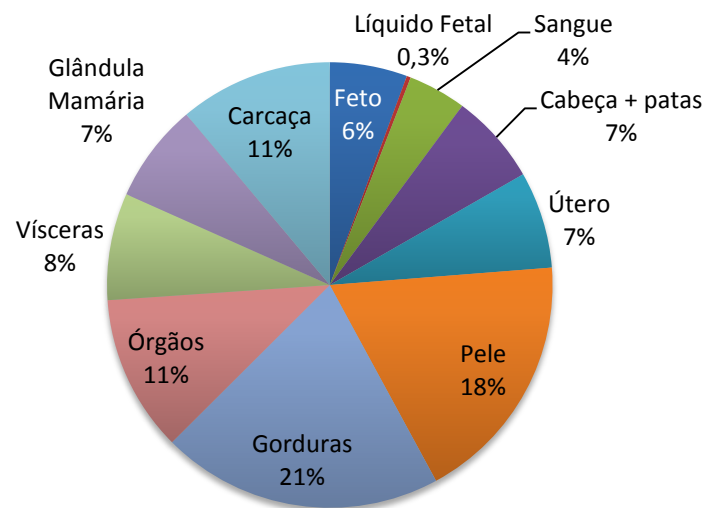


Figura 5. Distribuição do potássio no corpo da ovelha gestante Santa Inês

#### 4.9 Composição corporal de magnésio em ovelhas gestantes e não gestantes

Conforme descrito na tabela 21, o regime alimentar não afetou a presença de Mg para quaisquer compartimentos avaliados, seja em valores relativos, seja em quantidades absolutas.

Tabela 21. Concentração de magnésio no sangue, cabeça + patas e na carcaça em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de magnésio gramas (g) nas partes analisadas

|                    | Manejo |       | Período gestacional (dias) |                     |                    |                   |                   | CV (%) |
|--------------------|--------|-------|----------------------------|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------|
|                    | R      | NR    | 0                          | 90                  | 110                | 130               | 140               |        |
| Sangue             |        |       |                            |                     |                    |                   |                   |        |
| g/kg               | 0,053  | 0,052 | 0,053                      | 0,051               | 0,053              | 0,040             | 0,053             | 27,12  |
| Conteúdo total (g) | 0,128  | 0,130 | 0,151                      | 0,132               | 0,122              | 0,127             | 0,111             | 34,52  |
| Cabeça + patas     |        |       |                            |                     |                    |                   |                   |        |
| g/kg               | 1,97   | 1,80  | 1,62 <sup>bc</sup>         | 1,92 <sup>abc</sup> | 2,12 <sup>ab</sup> | 2,33 <sup>a</sup> | 1,44 <sup>c</sup> | 34,96  |
| Conteúdo total (g) | 6,12   | 5,67  | 5,42 <sup>ab</sup>         | 6,21 <sup>a</sup>   | 6,44 <sup>a</sup>  | 7,18 <sup>a</sup> | 4,24 <sup>b</sup> | 35,51  |
| Carcaça            |        |       |                            |                     |                    |                   |                   |        |
| g/kg               | 0,42   | 0,44  | 0,40                       | 0,48                | 0,39               | 0,44              | 0,45              | 30,08  |
| Conteúdo total (g) | 8,20   | 8,76  | 8,58                       | 9,86                | 7,31               | 8,70              | 7,97              | 33,33  |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ); R = Restrito, NR = Não restrito.

Apenas cabeça mais patas apresentou alteração em função da gestação, de forma que as ovelhas com 140 dias de gestação com os valores inferiores (1,44 g/kg e 4,24 g) às demais idades gestacionais, exceto àquelas vazias, às quais se mostrou equivalente. O fato de que cabeça e patas tenham apresentado oscilações, enquanto sangue e carcaça não pode dever-se à marcante presença desse mineral na constituição da dentina (Underwood & Suttle, 1999).

Não se detectou efeito do regime alimentar sobre as quantidades, ou concentrações de Mg na pele, gorduras viscerais ou órgãos e vísceras. Mas ao se avaliar o efeito da gestação notou-se que a concentração e conteúdo total de magnésio em pele bem como em órgãos apresentaram os menores valores em ovelhas vazias e com 140 dias de gestação (Tabela 22).

Tabela 22. Concentração de magnésio na pele, gorduras, órgãos e vísceras em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de magnésio em gramas (g) nas partes analisadas

|                     | Manejo |      | Período gestacional (dias) |                    |                    |                    |                   | CV (%) |
|---------------------|--------|------|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------|
|                     | R      | NR   | 0                          | 90                 | 110                | 130                | 140               |        |
| Pele                |        |      |                            |                    |                    |                    |                   |        |
| g/kg                | 0,15   | 0,16 | 0,13 <sup>b</sup>          | 0,17 <sup>a</sup>  | 0,17 <sup>a</sup>  | 0,17 <sup>a</sup>  | 0,13 <sup>b</sup> | 14,73  |
| Conteúdo total (g)  | 0,40   | 0,43 | 0,39 <sup>bc</sup>         | 0,50 <sup>a</sup>  | 0,42 <sup>ab</sup> | 0,45 <sup>ab</sup> | 0,32 <sup>c</sup> | 23,82  |
| Gorduras viscerais* |        |      |                            |                    |                    |                    |                   |        |
| g/kg                | 0,30   | 0,30 | 0,28                       | 0,35               | 0,32               | 0,28               | 0,29              | 30,64  |
| Conteúdo total (g)  | 0,66   | 0,80 | 0,60                       | 1,01               | 0,64               | 0,62               | 0,79              | 31,75  |
| Órgãos              |        |      |                            |                    |                    |                    |                   |        |
| g/kg                | 0,16   | 0,17 | 0,13 <sup>c</sup>          | 0,20 <sup>a</sup>  | 0,17 <sup>b</sup>  | 0,19 <sup>ab</sup> | 0,14 <sup>c</sup> | 20,71  |
| Conteúdo total (g)  | 0,28   | 0,30 | 0,21 <sup>c</sup>          | 0,34 <sup>ab</sup> | 0,29 <sup>ab</sup> | 0,35 <sup>a</sup>  | 0,28 <sup>b</sup> | 30,00  |
| Vísceras            |        |      |                            |                    |                    |                    |                   |        |
| g/kg                | 0,18   | 0,17 | 0,18                       | 0,18               | 0,17               | 0,16               | 0,19              | 38,26  |
| Conteúdo total (g)  | 0,54   | 0,52 | 0,57                       | 0,61               | 0,48               | 0,46               | 0,50              | 41,02  |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ); R = Restrito, NR = Não restrito.

A seguir estão apresentados a concentração e o conteúdo de magnésio nos tecidos ligados à gestação (Tabela 23).

Tabela 23. Concentração de magnésio na glândula mamária, útero, feto e líquido fetal em gramas por quilograma (g/kg) e conteúdo total de magnésio em gramas (g) nas partes analisadas

|                    | Manejo |       | Período gestacional (dias) |                    |                     |                    |                     | CV (%) |
|--------------------|--------|-------|----------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------|
|                    | R      | NR    | 0                          | 90                 | 110                 | 130                | 140                 |        |
| Glândula mamária   |        |       |                            |                    |                     |                    |                     |        |
| g/kg               | 0,19   | 0,21  | 0,12                       | 0,19               | 0,23                | 0,25               | 0,23                | 36,75  |
| Conteúdo total (g) | 0,18   | 0,15  | 0,04 <sup>b</sup>          | 0,06 <sup>b</sup>  | 0,12 <sup>b</sup>   | 0,22 <sup>ab</sup> | 0,38 <sup>a</sup>   | 36,39  |
| Útero              |        |       |                            |                    |                     |                    |                     |        |
| g/kg               | 0,084  | 0,089 | 0,052 <sup>c</sup>         | 0,104 <sup>a</sup> | 0,093 <sup>ab</sup> | 0,108 <sup>a</sup> | 0,075 <sup>bc</sup> | 41,80  |
| Conteúdo total (g) | 0,103  | 0,111 | 0,005 <sup>b</sup>         | 0,123 <sup>a</sup> | 0,123 <sup>a</sup>  | 0,151 <sup>a</sup> | 0,133 <sup>a</sup>  | 44,11  |
| Feto*              |        |       |                            |                    |                     |                    |                     |        |
| g/kg               | 0,15   | 0,13  | -                          | 0,13               | 0,16                | 0,17               | 0,11                | 30,74  |
| Conteúdo total (g) | 0,42   | 0,41  | -                          | 0,10               | 0,29                | 0,61               | 0,65                | 32,65  |
| Líquido Fetal*     |        |       |                            |                    |                     |                    |                     |        |
| g/kg               | 0,010  | 0,010 | -                          | 0,013              | 0,008               | 0,011              | 0,008               | 21,46  |
| Conteúdo total (g) | 0,011  | 0,013 | -                          | 0,015              | 0,009               | 0,012              | 0,013               | 23,93  |

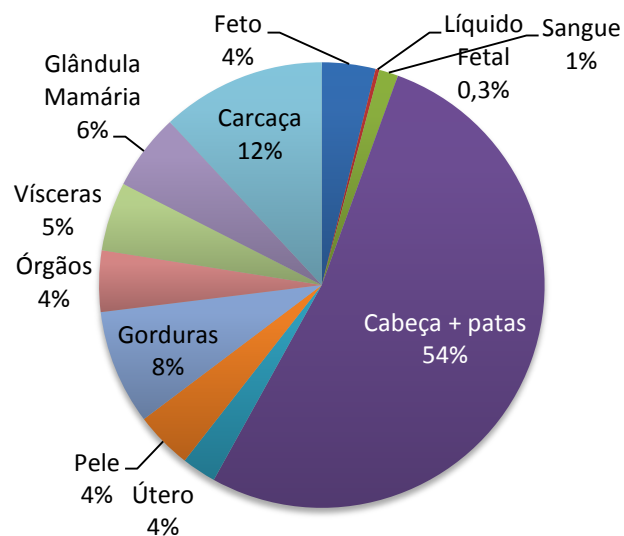
Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ); R = Restrito, NR = Não restrito.

O maior conteúdo total de magnésio observado em glândula mamária foi nas ovelhas aos 140 dias de gestação com 0,38 g. Entretanto, a concentração de magnésio nesse tecido não diferiu entre os períodos gestacionais.

A concentração de magnésio no útero bem como seu conteúdo total apresentaram-se menor em ovelhas vazias (0,052 g/kg e 0,005 g), comprovando a alta correlação desse mineral com a gestação.

Tecidos como glândula mamária e uterino estão sujeitos à atividade constante durante à gestação das ovelhas e, portanto, possuem grande ação de enzimas. O Mg é um cofator que atua em grande número de reações enzimáticas, principalmente que envolvam a transferência de energia (ADP para ATP), além de ser componente marcante no leite por isso destacando no último período gestacional. Destaca-se também que a presença de Ca e P podem inibir a ação/presença de magnésio.

A partir dos dados apresentados, conclui-se que o magnésio no corpo da ovelha está distribuído conforme a ilustração abaixo (Figura 6).



*Figura 6. Distribuição do magnésio no corpo da ovelha gestante Santa Inês*

#### **4.10 Composição corporal de ferro em ovelhas gestantes e não gestantes**

Conforme descrito na tabela 24, as concentrações e conteúdos totais de ferro em sangue, cabeça mais patas e carcaça não apresentaram diferenças ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos testados.

Tabela 24. Concentração de ferro no sangue, cabeça + patas e na carcaça em miligramas por quilograma (mg/kg) e conteúdo total de ferro em miligramas (mg) nas partes analisadas

|                     | Manejo  |         | Período gestacional (dias) |         |         |         |         | CV (%) |
|---------------------|---------|---------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|--------|
|                     | R       | NR      | 0                          | 90      | 110     | 130     | 140     |        |
| Sangue              |         |         |                            |         |         |         |         |        |
| mg/kg               | 494,76  | 449,33  | 432,08                     | 451,01  | 470,01  | 496,60  | 510,47  | 28,20  |
| Conteúdo total (mg) | 1188,00 | 1107,58 | 1192,86                    | 1181,89 | 1095,28 | 1182,29 | 1086,64 | 36,00  |
| Cabeça + patas*     |         |         |                            |         |         |         |         |        |
| mg/kg               | 294,97  | 247,15  | 255,38                     | 225,22  | 303,65  | 325,79  | 245,26  | 11,33  |
| Conteúdo total (mg) | 908,23  | 776,12  | 839,01                     | 736,07  | 906,31  | 1001,34 | 728,13  | 11,59  |
| Carcaça*            |         |         |                            |         |         |         |         |        |
| mg/kg               | 135,67  | 130,70  | 133,39                     | 143,27  | 76,42   | 123,55  | 189,27  | 15,04  |
| Conteúdo total (mg) | 2715,53 | 2659,68 | 2983,67                    | 2952,45 | 1435,03 | 2539,80 | 3527,10 | 16,29  |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ); R = Restrito, NR = Não restrito.

As prováveis justificativas da ausência de respostas sejam: para o sangue sabe-se que o ferro é o principal componente da hemoglobina, que essa é parte integrante dos glóbulos vermelhos e que tais células, salvo condições extremas de anemias, ou de elevadas altitudes, não sofreram marcadas oscilações. É, portanto, uma daquelas variáveis de alta estabilidade biológica devido à sua funcionalidade e essencialidade à vida. Cabeça, patas e carcaça por sua vez, salvo se fosse de animais com elevada taxa crescimento, teriam influenciado, mas por se tratar de animais gestantes, parece que a ausência de resposta coaduna-se com as funções do ferro nos tecidos que lhes compõe.

A quantidade de ferro observada no sangue em cordeiras em crescimento (Grace, 1983a) foi de 831,29 mg e menor em relação a esse ensaio, muito provavelmente devido à categoria gestante ser mais exigente devido à oxigenação demandada pelo feto via corrente sanguínea.

O conteúdo total de ferro na pele de ovelhas vazias foi maior em relação às ovelhas com 110 e 130 dias de gestação apesar de não ter sido identificado diferença significativa na concentração de ferro nesse componente (Tabela 25). Esse evento pode estar refletindo a contaminação das anastomoses com conteúdo de sangue, nos tecidos adiposo e muscular subcutâneo. Não se devem descartar eventuais contaminações com as gaiolas metálicas, visto que os animais se esfregavam para coçar, mesmo sendo uma vertente de contaminação menos provável, deve-se destacá-la.





|          |       | Líquido Fetal* |      |   |      |      |      |      |       |
|----------|-------|----------------|------|---|------|------|------|------|-------|
| mg/kg    |       | 0,71           | 0,63 | - | 1,04 | 0,49 | 0,53 | 0,62 | 32,46 |
| Conteúdo | total | 0,82           | 0,85 | - | 1,19 | 0,57 | 0,58 | 0,99 | 36,47 |
| (mg)     |       |                |      |   |      |      |      |      |       |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ); R = Restrito, NR = Não restrito.

Esse fato ocorre certamente devido à concentração de ferro no leite. Segundo Ashton & Williams (1977) e Grace (1983b), o ferro é o segundo micromineral mais abundante no leite de ovelha representando  $900 \mu\text{g}/\text{kg}$ . O componente útero evidencia a importância do ferro na gestação, uma vez que sua concentração bem como seu conteúdo apresentaram maiores valores em ovelhas com 140 dias de gestação, caracterizando como a fase gestacional mais exigente em ferro. As ovelhas vazias contêm menor quantidade de ferro em útero tanto em concentração quanto em conteúdo ( $33,56 \text{ mg}/\text{kg}$  e  $3,21 \text{ mg}$ , respectivamente). Apesar da concentração do ferro ter variado em feto, o conteúdo desse mineral também é maior em ovelhas com 140 dias gestacionais.

Tais respostas, na linha inversa das patas mais cabeça e carcaça, justificariam pelo maior metabolismo desses compartimentos, mais necessitados de energia e oxigênio, por conseguinte, de maior teor de ferro, não descartando também a grande possibilidade de que o maior fluxo sanguíneo pelas arteríolas dos mesmos tenha proporcionado-lhes também, maior retenção de sangue, o qual permaneceu retido após o abate/processamento das peças, e por consequência, apresentado maiores teores e quantidades de ferro.

A partir dos dados apresentados, conclui-se que o ferro no corpo da ovelha está distribuído conforme a ilustração abaixo (Figura 7).

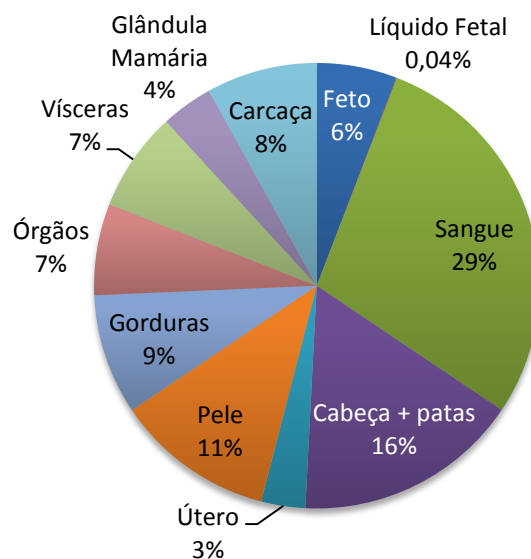


Figura 7. Distribuição do ferro no corpo da ovelha gestante Santa Inês

#### 4.11 Composição corporal de zinco em ovelhas gestantes e não gestantes

Conforme descrito na tabela 27, apenas os teores de zinco na cabeça mais patas foram influenciados pelo período gestacional.

Tabela 27. Concentração de zinco no sangue, cabeça + patas e na carcaça em miligramas por quilograma (mg/kg) e conteúdo total de zinco em miligramas (mg) nas partes analisadas

|          |       | Manejo         |         | Período gestacional (dias) |                     |                      |                     | CV (%)              |       |
|----------|-------|----------------|---------|----------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-------|
|          |       | R              | NR      | 0                          | 90                  | 110                  | 130                 |                     | 140   |
|          |       | Sangue         |         |                            |                     |                      |                     |                     |       |
| mg/kg    |       | 12,18          | 11,71   | 11,94                      | 10,62               | 11,24                | 13,26               | 12,66               | 52,14 |
| Conteúdo | total | 29,27          | 29,26   | 33,93                      | 27,74               | 26,43                | 31,25               | 26,96               | 54,86 |
| (mg)     |       |                |         |                            |                     |                      |                     |                     |       |
|          |       | Cabeça + patas |         |                            |                     |                      |                     |                     |       |
| mg/kg    |       | 74,44          | 73,40   | 61,20 <sup>b</sup>         | 82,53 <sup>a</sup>  | 78,39 <sup>a</sup>   | 85,02 <sup>a</sup>  | 62,45 <sup>b</sup>  | 15,18 |
| Conteúdo | total | 231,85         | 230,67  | 205,58 <sup>bc</sup>       | 266,97 <sup>a</sup> | 236,99 <sup>ab</sup> | 263,52 <sup>a</sup> | 183,21 <sup>c</sup> | 18,59 |
| (mg)     |       |                |         |                            |                     |                      |                     |                     |       |
|          |       | Carcaça        |         |                            |                     |                      |                     |                     |       |
| mg/kg    |       | 96,12          | 97,09   | 110,56                     | 90,83               | 81,43                | 95,19               | 110,56              | 35,44 |
| Conteúdo | total | 1887,19        | 1922,58 | 2393,27                    | 1861,61             | 1537,73              | 1872,49             | 2393,27             | 38,08 |
| (mg)     |       |                |         |                            |                     |                      |                     |                     |       |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ); R = Restrito, NR = Não restrito.

As ovelhas vazias e com 140 dias de gestação apresentaram os menores valores em relação às demais em concentração. Quando avaliado o conteúdo total de zinco, as ovelhas com 90 e 130 dias de gestação apresentaram maiores quantidades em relação às vazias e de 140 dias. Juntamente com o cobre, o zinco atua junto à pelagem (pele + pêlo), cujas deficiências normalmente traduzem-se por pelos ressecados e quebradiços e por microfissuras na pele e mesmo paraqueratose, conforme relatos de (Suchy et al., 1998). Assim sendo, sua presença na pele (cabeça e patas) justificaria que na tabela 27, esses apresentassem alterações. Para o sangue, sabe-se que o Zn atua de forma muito próxima e quase sempre juntamente com o Fe, portanto essa resposta é condizente com a do Fe.

A concentração de zinco no sangue encontrada em ovelhas sob alimentação restrita foi de 12,18 mg/kg e ovelhas sem restrição com 11,71 mg/kg. A concentração conforme o período gestacional obteve valores de 10,62 a 13,26 mg/kg.

Para a carcaça, os valores de zinco obtidos para ovelhas restritas foi de 96,12 mg/kg e não restritas 97,09 mg/kg. E, de acordo com o período gestacional, obteve de 81,43 a 110,56 mg/kg.

O conteúdo total de zinco nas vísceras diferiu ( $P < 0,05$ ) dentre os períodos gestacionais, de maneira que ovelhas de 90 dias de gestação com maiores valores (145,28 mg) seguidas das ovelhas com 130 e 140 dias (85,88 e 109,90 mg) (Tabela 28).

Tabela 28. Concentração de zinco na pele, gorduras, órgãos e vísceras em miligramas por quilograma (mg/kg) e conteúdo total de zinco em miligramas (mg) nas partes analisadas

|                     |       | Manejo |        | Período gestacional (dias) |                     |                      |                    |                     | CV    |
|---------------------|-------|--------|--------|----------------------------|---------------------|----------------------|--------------------|---------------------|-------|
|                     |       | R      | NR     | 0                          | 90                  | 110                  | 130                | 140                 | (%)   |
| Pele                |       |        |        |                            |                     |                      |                    |                     |       |
| mg/kg               |       | 38,13  | 40,10  | 34,08                      | 35,54               | 36,72                | 47,02              | 42,22               | 36,33 |
| Conteúdo            | total | 99,89  | 107,94 | 103,67                     | 101,70              | 92,22                | 120,43             | 101,55              | 37,78 |
| (mg)                |       |        |        |                            |                     |                      |                    |                     |       |
| Gorduras viscerais* |       |        |        |                            |                     |                      |                    |                     |       |
| mg/kg               |       | 74,11  | 78,91  | 70,73                      | 78,37               | 82,76                | 71,14              | 79,57               | 30,67 |
| Conteúdo            | total | 163,13 | 206,91 | 165,22                     | 224,64              | 173,00               | 156,76             | 205,49              | 31,25 |
| (mg)                |       |        |        |                            |                     |                      |                    |                     |       |
| Órgãos              |       |        |        |                            |                     |                      |                    |                     |       |
| mg/kg               |       | 38,86  | 39,16  | 36,27                      | 31,24               | 40,01                | 42,90              | 44,62               | 47,59 |
| Conteúdo            | total | 69,60  | 71,72  | 55,54                      | 54,04               | 72,29                | 82,54              | 88,89               | 53,91 |
| (mg)                |       |        |        |                            |                     |                      |                    |                     |       |
| Vísceras            |       |        |        |                            |                     |                      |                    |                     |       |
| mg/kg               |       | 36,98  | 37,48  | 33,18                      | 44,38               | 37,64                | 29,66              | 41,29               | 44,24 |
| Conteúdo            | total | 108,74 | 112,34 | 107,23 <sup>ab</sup>       | 145,28 <sup>a</sup> | 104,44 <sup>ab</sup> | 85,88 <sup>b</sup> | 109,90 <sup>b</sup> | 43,82 |
| (mg)                |       |        |        |                            |                     |                      |                    |                     |       |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ); R = Restrito, NR = Não restrito.

Os teores de zinco na pele, nas gorduras viscerais e nos órgãos não diferiram entre os tratamentos avaliados ( $P > 0,05$ ), mas foram mensurados de forma que os teores desse mineral variaram de 34,08 a 47,02 mg/kg para pele, 70,73 a 82,76 mg/kg em gorduras e 31,24 a 44,62 mg/kg conforme a idade gestacional. Grace (1983a) avaliando cordeiras não gestantes Romney Marsh encontrou valores de 1077,80 mg de zinco na pele mais lã, valores bem mais elevados do que aqui encontrados uma vez que os animais avaliados pelo autor são lanados e a lã apresenta grande quantidade de zinco.

A glândula mamária de ovelhas com 140 dias de gestação apresentou com elevada concentração e conteúdo total de zinco comparada às demais (Tabela 29). Conforme observado na concentração de ferro na glândula mamária (Tabela 26), essa maior resposta observada em ovelhas no final da gestação pode ser atribuída ao fato da concentração de zinco no leite de ovelha. Dentre os microminerais, o zinco é o mineral que contribui em maior quantidade no leite de ovelha com 7400  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (Ashton & Williams, 1977; Grace, 1983b), uma vez que nesse período a ovelha já se prepara para a lactação.

Tabela 29. Concentração de zinco na glândula mamária, útero, feto e líquido fetal em miligramas por quilograma (mg/kg) e conteúdo total de zinco em miligramas (mg) nas partes analisadas

|                     | Manejo |       | Período gestacional (dias) |                    |                    |                    |                     | CV (%) |
|---------------------|--------|-------|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------|
|                     | R      | NR    | 0                          | 90                 | 110                | 130                | 140                 |        |
| Glândula mamária*   |        |       |                            |                    |                    |                    |                     |        |
| mg/kg               | 36,40  | 39,96 | 24,74 <sup>b</sup>         | 30,88 <sup>b</sup> | 36,24 <sup>b</sup> | 37,93 <sup>b</sup> | 61,11 <sup>a</sup>  | 33,75  |
| Conteúdo total (mg) | 38,35  | 30,11 | 11,51 <sup>b</sup>         | 8,86 <sup>b</sup>  | 20,14 <sup>b</sup> | 31,04 <sup>b</sup> | 99,59 <sup>a</sup>  | 32,94  |
| Útero*              |        |       |                            |                    |                    |                    |                     |        |
| mg/kg               | 20,97  | 20,58 | 16,56                      | 21,12              | 23,43              | 20,47              | 22,29               | 29,37  |
| Conteúdo total (mg) | 25,95  | 24,91 | 1,55 <sup>b</sup>          | 25,30 <sup>a</sup> | 33,67 <sup>a</sup> | 28,27 <sup>a</sup> | 38,35 <sup>a</sup>  | 27,75  |
| Feto*               |        |       |                            |                    |                    |                    |                     |        |
| mg/kg               | 29,09  | 30,87 | -                          | 34,23 <sup>a</sup> | 34,43 <sup>a</sup> | 19,32 <sup>b</sup> | 31,94 <sup>a</sup>  | 30,46  |
| Conteúdo total (mg) | 81,79  | 95,80 | -                          | 26,34 <sup>b</sup> | 62,05 <sup>b</sup> | 76,48 <sup>b</sup> | 190,27 <sup>a</sup> | 31,26  |
| Líquido Fetal*      |        |       |                            |                    |                    |                    |                     |        |
| mg/kg               | 0,19   | 0,16  | -                          | 0,26               | 0,17               | 0,14               | 0,12                | 22,66  |
| Conteúdo total (mg) | 0,24   | 0,20  | -                          | 0,32               | 0,19               | 0,13               | 0,22                | 23,65  |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ); R = Restrito, NR = Não restrito.

Apenas o conteúdo total de zinco em útero das ovelhas vazias foi diferente e menor (1,55 mg) que os demais grupos provavelmente pela demanda de zinco na gestação. Em estudos avaliando dietas com deficiência de Zn, tem sido observado desenvolvimento retardado dos testículos e espermatogênese (Anke et al., 1994), bem como a baixa qualidade do esperma e redução da libido já em fêmeas, redução na síntese e secreção de FSH e LH prejudicada, desenvolvimento anormais dos ovários, distúrbios do ciclo estral (Bedwal & Bahaguna, 1994), resultando uma ovulação prejudicada, redução do número de óvulos férteis, bem como baixo peso ao nascer dos fetos (Anke et al., 1994). O Zn reduz significativamente o desenvolvimento intrauterino (Simmer et al., 1991).

As concentrações de zinco no feto variaram de 19,32 a 34,43 conforme a idade gestacional sendo as ovelhas com 130 dias de gestação com os menos teores. Esses dados corroboram com os encontrados por Grace et al. (1986) ao avaliar concentração de zinco no feto em ovelhas gestantes aos 62, 100, 125 e 143 dias de gestação (19 a 34 mg/kg).

A partir dos dados apresentados, conclui-se que o zinco no corpo da ovelha está distribuído conforme a ilustração abaixo (Figura 8).

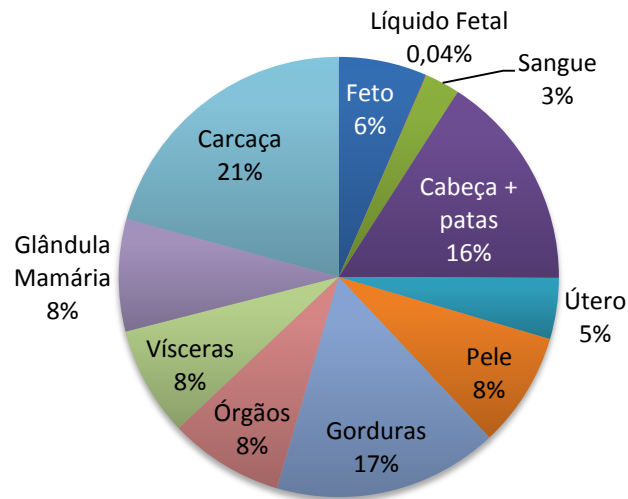


Figura 8. Distribuição do zinco no corpo da ovelha gestante Santa Inês

#### 4.12 Composição corporal de cobre em ovelhas gestantes e não gestantes

A tabela 30 demonstra como o teor de cobre varia no sangue em ovelhas com diferentes períodos gestacionais, de forma que ovelhas vazias e com 140 dias de gestação com maiores teores e ovelhas com 90 dias de gestação com menores valores de concentração e conteúdo de cobre. A concentração bem como o conteúdo total de cobre em cabeça mais patas e carcaça não diferiram ( $P > 0,05$ ) dentre os tratamentos avaliados.

Tabela 30. Concentração de cobre no sangue, cabeça + patas e na carcaça em miligramas por quilograma (mg/kg) e conteúdo total de cobre em miligramas (mg) nas partes analisadas

|                |       | Manejo |        | Período gestacional (dias) |                   |                    |                    |                   | CV    |
|----------------|-------|--------|--------|----------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------|
|                |       | R      | NR     | 0                          | 90                | 110                | 130                | 140               | (%)   |
| Sangue         |       |        |        |                            |                   |                    |                    |                   |       |
| mg/kg          |       | 0,86   | 0,76   | 1,34 <sup>a</sup>          | 0,25 <sup>b</sup> | 0,71 <sup>ab</sup> | 0,54 <sup>ab</sup> | 1,22 <sup>a</sup> | 21,46 |
| Conteúdo       | total | 2,07   | 1,85   | 3,75 <sup>a</sup>          | 0,62 <sup>b</sup> | 1,53 <sup>ab</sup> | 1,30 <sup>ab</sup> | 2,61 <sup>a</sup> | 21,55 |
| Cabeça + patas |       |        |        |                            |                   |                    |                    |                   |       |
| mg/kg          |       | 7,51   | 12,80  | 12,90                      | 5,47              | 18,46              | 4,09               | 9,85              | 13,31 |
| Conteúdo       | total | 23,34  | 39,69  | 42,46                      | 17,90             | 15,87              | 12,54              | 28,79             | 13,00 |
| Carcaça        |       |        |        |                            |                   |                    |                    |                   |       |
| mg/kg          |       | 7,91   | 8,35   | 7,01                       | 6,99              | 2,89               | 8,84               | 14,92             | 24,33 |
| Conteúdo       | total | 156,86 | 167,78 | 152,89                     | 141,65            | 155,89             | 180,33             | 280,83            | 23,85 |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ); R = Restrito, NR = Não restrito.

De acordo com a tabela 31, as concentrações de cobre e seu conteúdo total diferiram em órgãos e vísceras de ovelhas Santa Inês.

Tabela 31. Concentração de cobre na pele, gorduras, órgãos e vísceras em miligramas por quilograma (mg/kg) e conteúdo total de cobre em miligramas (mg) nas partes analisadas

|                    |       | Manejo |        | Período gestacional (dias) |                    |                     |                     |                     | CV    |
|--------------------|-------|--------|--------|----------------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------|
|                    |       | R      | NR     | 0                          | 90                 | 110                 | 130                 | 140                 | (%)   |
| Pele               |       |        |        |                            |                    |                     |                     |                     |       |
| mg/kg              |       | 10,53  | 10,41  | 9,88                       | 11,55              | 8,12                | 13,02               | 9,80                | 5,99  |
| Conteúdo           | total | 29,14  | 29,43  | 32,66                      | 33,31              | 20,97               | 35,85               | 23,63               | 5,87  |
| (mg)               |       |        |        |                            |                    |                     |                     |                     |       |
| Gorduras viscerais |       |        |        |                            |                    |                     |                     |                     |       |
| mg/kg              |       | 6,99   | 5,31   | 9,14                       | 2,87               | 3,48                | 3,76                | 11,49               | 31,35 |
| Conteúdo           | total | 14,73  | 14,67  | 20,40                      | 8,46               | 8,04                | 8,13                | 28,47               | 32,09 |
| (mg)               |       |        |        |                            |                    |                     |                     |                     |       |
| Órgãos             |       |        |        |                            |                    |                     |                     |                     |       |
| mg/kg              |       | 81,38  | 60,82  | 53,94 <sup>b</sup>         | 25,33 <sup>b</sup> | 73,36 <sup>b</sup>  | 73,50 <sup>b</sup>  | 129,35 <sup>a</sup> | 39,66 |
| Conteúdo           | total | 143,47 | 115,41 | 84,62 <sup>b</sup>         | 44,17 <sup>b</sup> | 133,51 <sup>b</sup> | 133,08 <sup>b</sup> | 251,82 <sup>a</sup> | 39,59 |
| (mg)               |       |        |        |                            |                    |                     |                     |                     |       |
| Vísceras           |       |        |        |                            |                    |                     |                     |                     |       |
| mg/kg              |       | 3,23   | 2,26   | 2,74 <sup>ab</sup>         | 2,76 <sup>ab</sup> | 1,76 <sup>b</sup>   | 1,90 <sup>b</sup>   | 4,57 <sup>a</sup>   | 33,65 |
| Conteúdo           | total | 9,38   | 6,63   | 8,69 <sup>ab</sup>         | 8,59 <sup>ab</sup> | 4,94 <sup>b</sup>   | 5,77 <sup>b</sup>   | 12,03 <sup>a</sup>  | 33,79 |
| (mg)               |       |        |        |                            |                    |                     |                     |                     |       |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ); R = Restrito, NR = Não restrito.

Conforme pode ser observado, os maiores teores de cobre em órgãos foram encontrados em ovelhas com 140 dias de gestação (4,57 mg/kg). A amostra de órgãos desse ensaio é composta por pulmão, rins, pâncreas, baço, diafragma, língua, coração e fígado, sendo que esse último representa 33,29% do total. Segundo Underwood (1977), o fígado contém aproximadamente 72-80% do Cu corporal, sendo o restante armazenado na pele-lã, músculo e esqueleto, o que explica a alta concentração desse mineral em órgãos. Essa proporção é ainda maior em ovelhas aos 140 dias gestacionais devido à alta demanda requerida pelo feto nesse estágio.

Observa-se que as concentrações bem como os conteúdos de cobre em pele e gorduras viscerais não diferiram dentre os tratamentos testados ( $P > 0,05$ ). Contudo, em vísceras as ovelhas gestantes de 140 dias apresentaram maiores valores de concentração e conteúdo total de cobre (4,57 mg/kg e 12,03 mg) quando comparadas às ovelhas com 110 e 130 dias gestacionais.

Grace (1983a) ao estudar cordeiros castrados e cordeiras Romney Marsh em crescimento observou 31,02 mg de cobre em pele mais lã nos animais aos 49,7 kg. Apesar

desse valor estar de acordo ao encontrado nesse ensaio (20,97 a 33,31 mg Cu), provavelmente esse teor irá aumentar quando o animal se tornar adulto devido à presença de lã na raça estudada pelo autor, uma vez que o cobre está intimamente ligado a esse tecido.

A tabela 32 representa as concentrações e conteúdos totais de cobre em componentes relacionados diretamente com a gestação, de modo que útero e líquido fetal não diferiram ( $P>0,05$ ) pelo estágio gestacional. Langlands et al., (1982) ao avaliar deposição de microminerais no feto de ovelhas Merino e em tecidos associados, constatou concentrações de cobre no útero de 4,3 a 6,5 mg/kg estando próximos aos teores encontrados nesse estudo (1,16 a 6,24 mg/kg).

Tabela 32. Concentração de cobre na glândula mamária, útero, feto e líquido fetal em miligramas por quilograma (mg/kg) e conteúdo total de cobre em miligramas (mg) nas partes analisadas

|                     | Manejo |       | Período gestacional (dias) |                   |                    |                    |                    | CV (%) |
|---------------------|--------|-------|----------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------|
|                     | R      | NR    | 0                          | 90                | 110                | 130                | 140                |        |
| Glândula mamária    |        |       |                            |                   |                    |                    |                    |        |
| mg/kg               | 2,73   | 7,88  | 2,45 <sup>ab</sup>         | 1,01 <sup>b</sup> | 1,49 <sup>ab</sup> | 1,62 <sup>ab</sup> | 6,60 <sup>a</sup>  | 36,53  |
| Conteúdo total (mg) | 3,18   | 3,90  | 0,70 <sup>b</sup>          | 0,36 <sup>b</sup> | 4,88 <sup>b</sup>  | 1,51 <sup>b</sup>  | 10,27 <sup>a</sup> | 36,20  |
| Útero               |        |       |                            |                   |                    |                    |                    |        |
| mg/kg               | 1,84   | 3,76  | 1,16                       | 6,24              | 1,47               | 1,70               | 3,45               | 30,82  |
| Conteúdo total (mg) | 2,28   | 5,34  | 0,12                       | 8,72              | 1,89               | 2,44               | 5,88               | 28,54  |
| Feto                |        |       |                            |                   |                    |                    |                    |        |
| mg/kg               | 4,93   | 5,06  | -                          | 3,68 <sup>b</sup> | 3,43 <sup>b</sup>  | 3,25 <sup>b</sup>  | 9,61 <sup>a</sup>  | 30,35  |
| Conteúdo total (mg) | 18,79  | 20,52 | -                          | 3,02 <sup>b</sup> | 6,22 <sup>b</sup>  | 14,58 <sup>b</sup> | 54,82 <sup>a</sup> | 31,32  |
| Líquido Fetal       |        |       |                            |                   |                    |                    |                    |        |
| mg/kg               | 0,08   | 0,14  | -                          | 0,18              | 0,18               | 0,05               | 0,04               | 24,90  |
| Conteúdo total (mg) | 0,13   | 0,21  | -                          | 0,27              | 0,26               | 0,07               | 0,07               | 27,30  |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P<0,05$ ); R = Restrito, NR = Não restrito.

Apesar da variação nas concentrações de cobre na glândula mamária das ovelhas, o conteúdo total desse mineral foi maior em fêmeas de 140 dias de gestação (6,60 mg/kg). O acúmulo de Cu no colostro impõe uma demanda agregada sobre a exigência das ovelhas nesse período final, acrescentando aproximadamente 0,3 mg Cu/d durante os últimos quatro dias de gestação (Suttle, 1987a). A concentração de Cu no leite é cerca de 0,22 mg Cu / l para as ovelhas e 0,1 mg Cu / l para vacas (Ashton & Williams, 1977; Grace, 1983b).

Os fetos de ovelhas gestantes aos 140 dias apresentaram com maiores concentrações e conteúdos de cobre em relação às demais ovelhas. A essencialidade de Cu no desenvolvimento fetal foi bem estabelecida por Hurley (1981), onde relatou grandes

mudanças no metabolismo do Cu durante a gestação, todos destinados à conservação do Cu, aumentando a absorção e prevenção de perdas por vias de excreção, a fim de atender à alta demanda do feto (Mills & Davies, 1979). O cobre tem um papel muito importante no transporte de ferro no organismo e está envolvido em muitos outros processos, da formação de músculos ao crescimento dos vasos sanguíneos. Além disso, é responsável pela produção e manutenção da mielina, substância lipídica que protege as células nervosas e cerebrais. O feto é extremamente eficiente em extrair nutrientes a partir da placenta. O cobre se acumula no feto a uma taxa exponencial, de maneira que, conforme os valores aqui encontrados, se elevam quatro vezes mais em ovelhas aos 130 para 140 dias de gestação. Segundo Mills & Davies (1979), em ovinos o fígado normalmente contém cerca de 50% do Cu total no nascimento.

Durante a gestação as concentrações de Cu aumentam progressivamente no fígado dos fetos de ovinos e bovinos, e ocorre a redução no fígado materno, indicando um aumento das necessidades de Cu durante a gestação. Durante o terço final da gestação, a necessidade diária de Cu aumenta em bovinos cerca de 70% acima das exigências de manutenção (Agricultura Research Council, 1980). Para ovinos, as estimativas do ARC (1980) são baseadas nos dados de Moss et al., (1974) que sugerem uma acumulação no conceito de 15,85 e 186 mg Cu/d para os três trimestres de gestação.

A partir dos dados apresentados, conclui-se que o cobre no corpo da ovelha está distribuído conforme a ilustração abaixo (Figura 9).

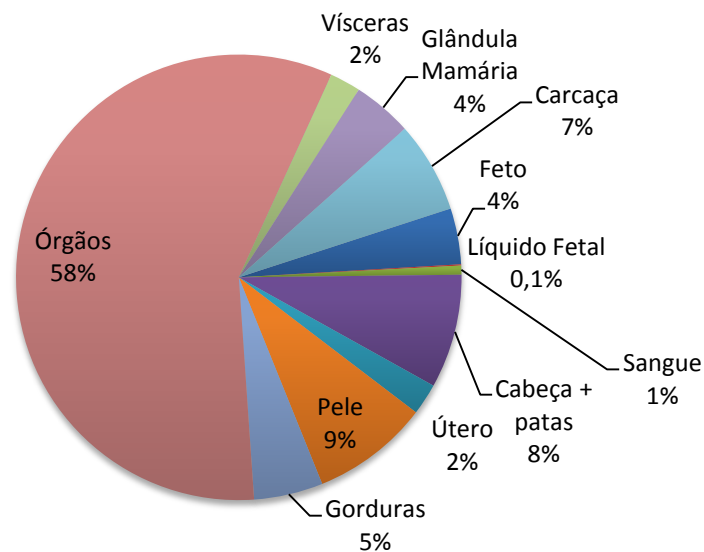


Figura 9. Distribuição do cobre no corpo da ovelha gestante Santa Inês



#### 4.13 Composição corporal de manganês em ovelhas gestantes e não gestantes

A tabela 33 ilustra a variação de manganês na cabeça mais patas e carcaça nas ovelhas em diferentes períodos gestacionais. De modo que, ovelhas vazias e gestantes aos 140 dias apresentaram menores valores de manganês em relação aos demais grupos (3,60 mg/kg).

Tabela 33. Concentração de manganês no sangue, cabeça + patas e na carcaça em miligramas por quilograma (mg/kg) e conteúdo total de manganês em miligramas (mg) nas partes analisadas

|                |       | Manejo |        | Período gestacional (dias) |                     |                     |                     |                    | CV (%) |
|----------------|-------|--------|--------|----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------|
|                |       | R      | NR     | 0                          | 90                  | 110                 | 130                 | 140                |        |
| Sangue         |       |        |        |                            |                     |                     |                     |                    |        |
| mg/kg          |       | 2,51   | 2,41   | 2,89                       | 2,20                | 2,46                | 2,30                | 2,45               | 19,60  |
| Conteúdo (mg)  | total | 6,13   | 6,10   | 8,35                       | 5,51                | 5,68                | 5,45                | 5,60               | 19,77  |
| Cabeça + patas |       |        |        |                            |                     |                     |                     |                    |        |
| mg/kg          |       | 8,49   | 7,26   | 3,60 <sup>b</sup>          | 10,28 <sup>a</sup>  | 10,75 <sup>a</sup>  | 11,16 <sup>a</sup>  | 3,60 <sup>b</sup>  | 16,08  |
| Conteúdo (mg)  | total | 26,52  | 22,71  | 11,73 <sup>b</sup>         | 33,17 <sup>a</sup>  | 32,44 <sup>a</sup>  | 35,12 <sup>a</sup>  | 10,61 <sup>b</sup> | 16,04  |
| Carcaça        |       |        |        |                            |                     |                     |                     |                    |        |
| mg/kg          |       | 5,76   | 6,84   | 4,22 <sup>b</sup>          | 8,46 <sup>a</sup>   | 7,01 <sup>a</sup>   | 9,10 <sup>a</sup>   | 2,73 <sup>b</sup>  | 23,52  |
| Conteúdo (mg)  | total | 115,52 | 136,00 | 91,44 <sup>b</sup>         | 174,15 <sup>a</sup> | 134,67 <sup>a</sup> | 180,10 <sup>a</sup> | 48,43 <sup>b</sup> | 23,35  |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ); R = Restrito, NR = Não restrito.

Apenas os órgãos apresentaram diferença em sua concentração e conteúdo total de manganês (Tabela 34).

Tabela 34. Concentração de manganês na pele, gorduras, órgãos e vísceras em miligramas por quilograma (mg/kg) e conteúdo total de manganês em miligramas (mg) nas partes analisadas

|                     |  | Manejo |       | Período gestacional (dias) |                   |                    |                    |                   | CV (%) |
|---------------------|--|--------|-------|----------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------|
|                     |  | R      | NR    | 0                          | 90                | 110                | 130                | 140               |        |
| Pele                |  |        |       |                            |                   |                    |                    |                   |        |
| mg/kg               |  | 4,43   | 4,59  | 4,95                       | 3,80              | 3,88               | 3,97               | 5,94              | 4,19   |
| Conteúdo total (mg) |  | 11,65  | 12,48 | 14,90                      | 11,10             | 9,49               | 10,38              | 14,46             | 4,16   |
| Gorduras viscerais  |  |        |       |                            |                   |                    |                    |                   |        |
| mg/kg               |  | 7,79   | 9,98  | 7,10                       | 6,48              | 8,96               | 14,83              | 7,05              | 31,23  |
| Conteúdo total (mg) |  | 15,91  | 26,60 | 15,73                      | 17,21             | 18,51              | 34,41              | 20,41             | 31,92  |
| Órgãos              |  |        |       |                            |                   |                    |                    |                   |        |
| mg/kg               |  | 2,52   | 2,98  | 3,31 <sup>a</sup>          | 1,82 <sup>b</sup> | 2,57 <sup>ab</sup> | 2,79 <sup>ab</sup> | 3,28 <sup>a</sup> | 35,63  |
| Conteúdo total (mg) |  | 4,35   | 5,54  | 5,14 <sup>a</sup>          | 3,13 <sup>b</sup> | 4,77 <sup>ab</sup> | 4,99 <sup>ab</sup> | 6,69 <sup>a</sup> | 35,54  |
| Vísceras            |  |        |       |                            |                   |                    |                    |                   |        |
| mg/kg               |  | 7,39   | 6,19  | 4,45                       | 6,67              | 8,37               | 6,98               | 7,47              | 31,99  |
| Conteúdo total (mg) |  | 22,58  | 18,48 | 14,26                      | 23,06             | 23,39              | 20,81              | 21,12             | 31,94  |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ); R = Restrito, NR = Não restrito.

As ovelhas vazias e gestantes aos 140 dias com maiores valores (3,31 e 3,28 mg/kg, respectivamente) e as ovelhas com 90 dias de gestação com os menores teores (1,82 mg/kg).

Conforme descrito na tabela 35, o conteúdo total de manganês na glândula mamária foi maior em ovelhas com 140 dias de gestação e menor em ovelhas vazias.

Tabela 35. Concentração de manganês na glândula mamária, útero, feto e líquido fetal em miligramas por quilograma (mg/kg) e conteúdo total de manganês em miligramas (mg) nas partes analisadas

|                  |       | Manejo |       | Período gestacional (dias) |                    |                    |                    |                   | CV (%) |
|------------------|-------|--------|-------|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------|
|                  |       | R      | NR    | 0                          | 90                 | 110                | 130                | 140               |        |
| Glândula mamária |       |        |       |                            |                    |                    |                    |                   |        |
| mg/kg            |       | 6,70   | 5,01  | 2,11                       | 12,59              | 5,25               | 4,80               | 4,52              | 32,54  |
| Conteúdo (mg)    | total | 4,24   | 3,46  | 0,51 <sup>b</sup>          | 4,88 <sup>ab</sup> | 2,59 <sup>ab</sup> | 4,37 <sup>ab</sup> | 6,91 <sup>a</sup> | 32,05  |
| Útero            |       |        |       |                            |                    |                    |                    |                   |        |
| mg/kg            |       | 1,53   | 1,76  | 0,87 <sup>b</sup>          | 2,48 <sup>a</sup>  | 1,85 <sup>a</sup>  | 1,86 <sup>a</sup>  | 1,17 <sup>a</sup> | 25,14  |
| Conteúdo (mg)    | total | 1,91   | 2,07  | 0,08 <sup>b</sup>          | 2,87 <sup>a</sup>  | 2,48 <sup>a</sup>  | 2,64 <sup>a</sup>  | 1,89 <sup>a</sup> | 22,78  |
| Feto             |       |        |       |                            |                    |                    |                    |                   |        |
| mg/kg            |       | 1,06   | 0,94  | -                          | 1,09 <sup>a</sup>  | 1,24 <sup>a</sup>  | 0,63 <sup>b</sup>  | 1,04 <sup>a</sup> | 50,45  |
| Conteúdo (mg)    | total | 2,87   | 2,85  | -                          | 0,86 <sup>b</sup>  | 2,23 <sup>b</sup>  | 2,30 <sup>b</sup>  | 6,06 <sup>a</sup> | 49,69  |
| Líquido Fetal    |       |        |       |                            |                    |                    |                    |                   |        |
| mg/kg            |       | 0,031  | 0,031 | -                          | 0,047              | 0,027              | 0,024              | 0,026             | 20,54  |
| Conteúdo (mg)    | total | 0,039  | 0,040 | -                          | 0,055              | 0,028              | 0,025              | 0,048             | 22,37  |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ); R = Restrito, NR = Não restrito.

O útero de ovelhas vazias apresentaram menores concentrações (0,87 mg/kg) bem como o conteúdo total de manganês comparado às ovelhas gestantes (1,17 a 2,48 mg/kg). Os dados encontrados nesse estudo estão de acordo com os encontrados por Langlands et al., (1982) ao avaliar a deposição de Cu, Mn, Se e Zn em feto de ovelhas Merino e em tecidos associados (2,0 a 2,5 mg/kg de Mn no útero).

As concentrações de manganês encontradas no feto (0,63 a 1,24 g/kg) estão próximas às obtidas por Grace et al., (1986) ao avaliar ovelhas Romney Marsh gestantes aos 62, 81, 100, 115, 125, 135 e 143 dias (0,63 a 1,03 mg/kg de Mn no feto). Apesar da variação na concentração de manganês no feto, não teve a mesma tendência do seu conteúdo que foi maior em ovelhas com 140 dias de gestação (6,06 mg), tendo sido similar entre as demais fases gestacionais, seguramente em razão das alterações na massa fetal, pois é possível verificar que a quantidade absoluta entre as idades de 130 vs 140 teve aumento de

aproximadamente 2,6 vezes ou 163%, pela grandeza apresentada, mas também pelo padrão das outras quantidades (absolutas ou relativas) não se deve descartar eventuais erros no preparo, leitura ou tabulação dos dados, mesmo que seja mínima.

A partir dos dados apresentados, conclui-se que o manganês no corpo da ovelha está distribuído conforme a ilustração abaixo (Figura 10).

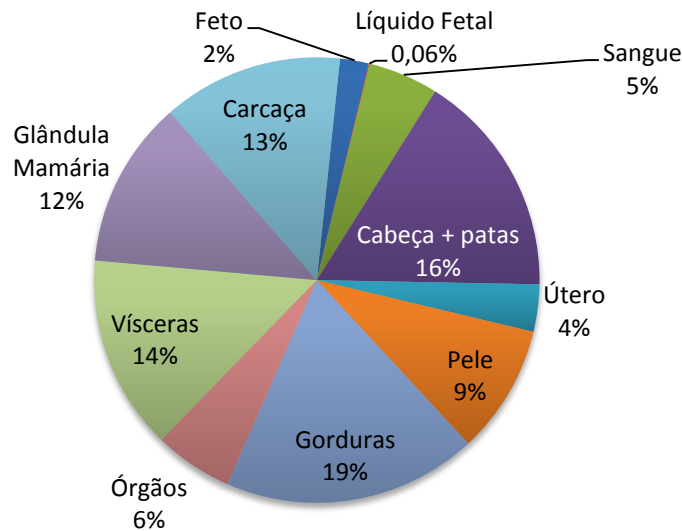


Figura 10. Distribuição do manganês no corpo da ovelha gestante Santa Inês

Em todos os minerais estudados nesse trabalho, a restrição nutricional imposta não afetou ( $P > 0,05$ ) a concentração dos mesmos nas ovelhas. Conclui-se que a restrição de 15% das exigências em energia e proteína segundo o NRC (1985), não influencia nos minerais contidos no corpo de ovelhas Santa Inês, sejam vazias ou gestantes. É válido ressaltar que não foi avaliado o colostro nem o cordeiro nascido devido ao método de avaliação de composição corporal utilizado nesse experimento ter sido de forma direta, no qual exige o sacrifício dos animais. Assim, não é possível afirmar se o desenvolvimento dos cordeiros frutos de mães submetidas à alimentação restrita teriam desenvolvimento semelhante aos cordeiros de ovelhas alimentadas *ad libitum*. Norgaard et al. (2008), apontaram que ovelhas mantidas sob restrição alimentar durante a gestação apresentam queda na concentração e produção do colostro. É importante citar que todos os dados apresentados nesse estudo foram em base de matéria natural (MN).

#### 4.14 Equações para predição da composição de minerais nos constituintes analisados

##### 4.14.1 Função: período gestacional (GES)

Devido à análise da variância do peso dos diversos componentes corporais não revelar efeito significativo ( $P > 0,05$ ) para manejo nutricional, fez com que retirasse esse tratamento da análise de regressão para estimar o peso desses constituintes. Assim, com base nos dados encontrados neste experimento foram geradas equações a fim de predizer o peso de cada um dos componentes das ovelhas em quilogramas analisadas em função da idade gestacional em dias. Conforme pode ser observado, dentre os componentes analisados, o peso do útero, peso do feto, peso da glândula mamária e peso do sangue, respectivamente, apresentaram um bom coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para ser calculado a partir do período gestacional.

|  |                 |
|--|-----------------|
| UTE (kg) = 0,0108341 x GES + 0,1176                            | $R^2 = 0,57934$ |
| FETO (kg) = 0,00077 x GES <sup>2</sup> - 6,7022 x GES + 0,0568 | $R^2 = 0,69333$ |
| GLA (kg) = 0,00019 x GES <sup>2</sup> - 0,0183 x GES + 0,2586  | $R^2 = 0,68672$ |
| SAN (kg) = - 0,004859 x GES + 2,88299                          | $R^2 = 0,57666$ |

##### 4.14.2 Função: peso do feto (PFET)

A análise da variância do conteúdo de cada mineral nos diversos componentes corporais não revelou efeito significativo ( $P > 0,05$ ) para o manejo nutricional, fato que motivou a retirada desse tratamento da análise de regressão para estimar a composição mineral desses constituintes. Dessa forma, a partir das composições totais de cada mineral em determinado componente, foram geradas equações em função do peso total do feto gestado pelas ovelhas (ou seja, caso o parto seja gemelar o peso total do feto é a soma do peso dos dois fetos). De forma que:

PFET = peso total do (s) feto (s) em quilogramas

FET = conteúdo do mineral no feto

LIQ = conteúdo do mineral no líquido fetal

SAN = conteúdo do mineral no sangue

CAB = conteúdo do mineral na cabeça + patas

UTE = conteúdo do mineral no útero + placenta

PEL = conteúdo do mineral na pele

GOR = conteúdo do mineral nas gorduras viscerais

ORG = conteúdo do mineral nos órgãos

VIS = conteúdo do mineral nas vísceras

GLA = conteúdo do mineral na glândula mamária

CAR = conteúdo do mineral na carcaça

Os dados foram analisados por meio de regressão. As equações que apresentaram os melhores valores de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foram então utilizadas.

### **Cálcio (g)**

$$\text{FET} = 13,9660 \times \text{PFET} - 2,4078 \quad R^2 = 0,956524$$

$$\text{LIQ} = 0,02603 \times \text{PFET} - 0,01271 \quad R^2 = 0,512905$$

$$\text{SAN} = -0,4077 \times \text{PFET} + 1,0564 \times \text{PFET}^{1/2} + 0,260 \quad R^2 = 0,879874$$

$$\text{UTE} = -0,2220 \times \text{PFET} + 0,9751 \times \text{PFET}^{1/2} + 0,09288 \quad R^2 = 0,810258$$

$$\text{PEL} = -1,7896 \times \text{PFET} + 4,6254 \times \text{PFET}^{1/2} + 2,9680 \quad R^2 = 0,550239$$

$$\text{ORG} = -0,0753 \times \text{PFET}^2 + 0,4899 \times \text{PFET} + 0,5591 \quad R^2 = 0,510470$$

$$\text{GLA} = -0,1662 \times \text{PFET}^2 + 1,6472 \times \text{PFET} + 0,04875 \quad R^2 = 0,680241$$

### **Fósforo (g)**

$$\text{FET} = 8,0671 \times \text{PFET} - 0,6596 \quad R^2 = 0,92875$$

$$\text{SAN} = 0,1906 \times \text{PFET} - 0,5598 \times \text{PFET}^{1/2} + 0,4047 \quad R^2 = 0,51351$$

$$\text{CAB} = -2,2535 \times \text{PFET}^2 + 12,6751 \times \text{PFET} + 91,6518 \quad R^2 = 0,57849$$

$$\text{UTE} = -0,5607 \times \text{PFET} + 1,9951 \times \text{PFET}^{1/2} + 0,2396 \quad R^2 = 0,67695$$

$$\text{GOR} = 0,7010 \times \text{PFET}^2 - 3,6838 \times \text{PFET} + 7,6079 \quad R^2 = 0,78147$$

$$\text{ORG} = 0,0747 \times \text{PFET}^3 - 0,8851 \times \text{PFET}^2 + 2,7933 \times \text{PFET} + 3,31020 \quad R^2 = 0,59778$$

$$\text{GLA} = 0,7148 \times \text{PFET} + 0,3108 \quad R^2 = 0,75231$$

$$\text{CAR} = -5,0129 \times \text{PFET}^3 + 61,1724 \times \text{PFET}^2 - 180,181 \times \text{PFET} + 470,295 \quad R^2 = 0,85803$$

### **Sódio (g)**

$$\text{FET} = 1,7495 \times \text{PFET} + 0,1031 \quad R^2 = 0,969673$$

$$\text{SAN} = -0,5279 \times \text{PFET} + 1,1174 \times \text{PFET}^{1/2} + 4,2945 \quad R^2 = 0,627912$$

$$\text{UTE} = -0,5289 \times \text{PFET} + 2,2312 \times \text{PFET}^{1/2} + 0,4158 \quad R^2 = 0,660300$$

$$\text{PEL} = -0,0610 \times \text{PFET}^3 + 0,7466 \times \text{PFET}^2 - 2,3721 \times \text{PFET} + 8,6794 \quad R^2 = 0,858191$$

$$\text{ORG} = 0,0228 \times \text{PFET}^2 - 0,0333 \times \text{PFET} + 2,6524 \quad R^2 = 0,719255$$

$$\text{GLA} = 0,4781 \times \text{PFET} + 0,6519 \quad R^2 = 0,672101$$

**Potássio (g)**

|   |                  |
|---|------------------|
| FET = 1,5271 x PFET - 0,3798                                  | $R^2 = 0,928509$ |
| UTE = - 0,3352 x PFET + 1,8579 x PFET <sup>1/2</sup> + 0,3566 | $R^2 = 0,721930$ |
| PEL = 0,2422 x PFET <sup>2</sup> - 2,3759 x PFET + 13,6057    | $R^2 = 0,741142$ |
| GLA = 0,4743 x PFET + 0,2843                                  | $R^2 = 0,683163$ |

**Magnésio (g)**

|  |                  |
|--|------------------|
| FET = 0,1288 x PFET + 0,0528                                     | $R^2 = 0,842071$ |
| LIQ = - 0,004291 x PFET + 0,0146 x PFET <sup>1/2</sup> + 0,00152 | $R^2 = 0,513848$ |
| SAN = - 0,00572 x PFET + 0,1453                                  | $R^2 = 0,596611$ |
| UTE = - 0,0486 x PFET + 0,1669 x PFET <sup>1/2</sup> + 0,0168    | $R^2 = 0,745535$ |
| PEL = - 0,0672 x PFET + 0,1396 x PFET <sup>1/2</sup> + 0,3989    | $R^2 = 0,500992$ |
| ORG = - 0,0550 x PFET + 0,1738 x PFET <sup>1/2</sup> + 0,2089    | $R^2 = 0,514120$ |
| GLA = 0,0542 x PFET + 0,04859                                    | $R^2 = 0,799848$ |

**Ferro (g)**

|  |                  |
|--|------------------|
| FET = 0,1358 x PFET - 0,02244                                  | $R^2 = 0,889336$ |
| UTE = 0,01849 x PFET + 0,02515                                 | $R^2 = 0,797248$ |
| GOR = 0,02541 x PFET <sup>2</sup> - 0,1364 x PFET + 0,4138     | $R^2 = 0,591849$ |
| GLA = 0,0164 x PFET + 0,0146                                   | $R^2 = 0,460301$ |
| CAR = 1,224566 x PFET - 2,66196 x PFET <sup>1/2</sup> + 2,9878 | $R^2 = 0,621588$ |

**Zinco (mg)**

|  |                  |
|--|------------------|
| FET = 32,3357 x PFET + 3,8804                                    | $R^2 = 0,980462$ |
| CAB = - 38,9573 x PFET + 91,6552 x PFET <sup>1/2</sup> + 206,687 | $R^2 = 0,557775$ |
| UTE = - 8,8772 x PFET + 34,6781 x PFET <sup>1/2</sup> + 3,9189   | $R^2 = 0,599410$ |
| ORG = - 9,8041 x PFET + 41,5407 x PFET <sup>1/2</sup> + 55,1220  | $R^2 = 0,669404$ |
| GLA = 12,1859 x PFET + 7,5229                                    | $R^2 = 0,566872$ |
| CAR = 6,0982 x PFET - 22,7262 x PFET <sup>1/2</sup> + 56,6045    | $R^2 = 0,652356$ |

**Cobre (mg)**

|   |                  |
|---|------------------|
| FET = 8,9929 x PFET - 3,7804                                | $R^2 = 0,869318$ |
| SAN = 1,5214 x PFET - 3,9664 x PFET <sup>1/2</sup> + 3,2818 | $R^2 = 0,640073$ |
| GOR = 1,5499 x PFET <sup>2</sup> - 7,7509 x PFET + 17,2300  | $R^2 = 0,513894$ |

$$\begin{aligned} \text{ORG} &= - 3,7787 \times \text{PFET}^2 + 53,4404 \times \text{PFET} + 65,4902 & R^2 &= 0,679354 \\ \text{GLA} &= 1,3579 \times \text{PFET} + 0,0647 & R^2 &= 0,512719 \\ \text{CAR} &= 11,1498 \times \text{PFET}^2 - 40,7875 \times \text{PFET} + 135,261 & R^2 &= 0,542988 \end{aligned}$$

### **Manganês (mg)**

$$\begin{aligned} \text{FET} &= 1,0072 \times \text{PFET} + 0,0373 & R^2 &= 0,880405 \\ \text{SAN} &= 0,6052 \times \text{PFET} - 2,6153 \times \text{PFET}^{1/2} + 8,3014 & R^2 &= 0,600581 \\ \text{CAB} &= - 14,0994 \times \text{PFET} + 35,8632 \times \text{PFET}^{1/2} + 12,9216 & R^2 &= 0,635173 \\ \text{UTE} &= - 1,1824 \times \text{PFET} + 3,5709 \times \text{PFET}^{1/2} + 0,3023 & R^2 &= 0,750766 \\ \text{PEL} &= 0,5981 \times \text{PFET}^2 - 3,5269 \times \text{PFET} + 14,2121 & R^2 &= 0,852622 \end{aligned}$$

Com base nas equações acima, um feto de 4 kg ao nascimento possuiria um conteúdo de Ca, P, Na, K e Mg igual a 53,46; 31,61; 7,10; 5,73 e 0,568 gramas respectivamente. Estes valores são semelhantes aos estimados pelo ARC (1980) que estabelece 50,0; 30,0; 7,56; 7,84 e 1,12 para os mesmos minerais, Ca, P, Na, K e Mg, diferindo apenas para potássio e magnésio com menores valores em comparação aos que esse comitê preconiza. Para os microminerais, o conteúdo de Fe, Zn, Cu e Mn o feto possuiria 520,76; 133,22; 32,19 e 4,07 miligramas respectivamente.

Pode-se observar que as equações geradas em geral apresentaram um bom grau de precisão em suas predições mostrando que é possível prever a composição corporal de ovelhas por meio de métodos matemáticos.

### **4.15 Conteúdo total de minerais no corpo de ovelhas vazias e gestantes**

A tabela 36 contém as médias de composição corporal de macrominerais em gramas, em relação ao peso vivo (PV) e peso de corpo vazio (PCVZ) no corpo de ovelhas Santa Inês em diferentes períodos gestacionais submetidas a dois manejos nutricionais. Nota-se que os valores dos animais sob alimentação restrita e aqueles sem restrição alimentar se apresentaram muito próximos.

Tabela 36. Conteúdo total de macrominerais em gramas (g) e em relação ao peso vivo (g/kg PV) e peso de corpo vazio (g/kg PCVZ) no corpo de ovelhas Santa Inês em diferentes períodos gestacionais submetidas a dois manejos nutricionais

|                    | Manejo |        | Período gestacional (dias) |          |         |          |         | CV (%) |
|--------------------|--------|--------|----------------------------|----------|---------|----------|---------|--------|
|                    | R      | NR     | 0                          | 90       | 110     | 130      | 140     |        |
| <b>Cálcio</b>      |        |        |                            |          |         |          |         |        |
| Conteúdo total (g) | 841,48 | 924,70 | 817,09                     | 983,81   | 808,70  | 958,22   | 847,64  | 31,53  |
| g/kg PV            | 17,91  | 19,23  | 19,85ab                    | 20,72a   | 16,96ab | 20,24a   | 15,07b  | 33,23  |
| g/kg PCVZ          | 21,97  | 23,25  | 25,01a                     | 25,79a   | 20,77ab | 24,33a   | 17,15b  | 33,22  |
| <b>Fósforo</b>     |        |        |                            |          |         |          |         |        |
| Conteúdo total (g) | 498,49 | 553,39 | 577,50ab                   | 493,35ab | 430,24b | 513,79ab | 614,83a | 30,61  |
| g/kg PV            | 10,56  | 11,49  | 13,96a                     | 10,36ab  | 9,01b   | 10,86ab  | 10,93b  | 31,45  |
| g/kg PCVZ          | 10,56  | 11,49  | 17,62a                     | 12,88b   | 11,03b  | 13,07b   | 12,51b  | 31,53  |
| <b>Sódio</b>       |        |        |                            |          |         |          |         |        |
| Conteúdo total (g) | 94,58  | 101,75 | 88,85bc                    | 108,85ab | 83,57c  | 95,48bc  | 114,09a | 23,91  |
| g/kg PV            | 2,00   | 2,08   | 2,14ab                     | 2,30a    | 1,75b   | 1,99ab   | 2,02ab  | 23,31  |
| g/kg PCVZ          | 2,44   | 2,51   | 2,70ab                     | 2,86a    | 2,14b   | 2,38ab   | 2,31b   | 23,20  |
| <b>Potássio</b>    |        |        |                            |          |         |          |         |        |
| Conteúdo total (g) | 86,13  | 90,58  | 84,69ab                    | 99,91a   | 74,09b  | 83,26ab  | 99,81a  | 25,44  |
| g/kg PV            | 1,83   | 1,86   | 2,03ab                     | 2,13a    | 1,55b   | 1,74ab   | 1,77ab  | 26,94  |
| g/kg PCVZ          | 2,24   | 2,24   | 2,57a                      | 2,65a    | 1,89b   | 2,08b    | 2,03b   | 27,13  |
| <b>Magnésio</b>    |        |        |                            |          |         |          |         |        |
| Conteúdo total (g) | 16,97  | 17,21  | 15,95ab                    | 18,96a   | 16,26ab | 18,88a   | 15,40b  | 22,45  |
| g/kg PV            | 0,36   | 0,36   | 0,38a                      | 0,40a    | 0,34a   | 0,39a    | 0,27b   | 24,41  |
| g/kg PCVZ          | 0,45   | 0,43   | 0,48a                      | 0,50a    | 0,42a   | 0,47a    | 0,31b   | 25,49  |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ); R = Restrito, NR = Não restrito.

O conteúdo de cálcio variou entre 808,70 g e 983,81 g dentro do período gestacional e o conteúdo de fósforo ficou entre 430,24 g e 614,83 g. De modo que a relação Ca:P nas ovelhas vazias, 90, 110, 130 e 140 dias de gestação foi de 1,42:1; 1,99:1; 1,88:1; 1,87:1 e 1,38:1 respectivamente. Conrad et al. (1985) assume que uma relação Ca:P entre 1:1 e 2:1 é ideal para o crescimento e a formação do esqueleto, uma vez que esta é, aproximadamente, a relação existente entre os dois minerais nos ossos.



Uma vez que não há informações suficientes sobre composição corporal total em ovelhas gestantes no ARC (1980), os dados serão comparados com ovinos em crescimento. Dessa forma, há de se esperar valores superiores devido à categoria gestação ser mais exigente que a supracitada.

Para o caso dos minerais, cálcio, fósforo, magnésio, sódio e potássio este mesmo comitê estima valores constantes, independente do peso do animal em 11 g/kg de PCV para o Ca; 6 g/kg de PCV para o P; 0,41 g/kg de PCV para o Mg; 1,1 g/kg de PCV para o Na e 1,8 g/kg de PCV para o K.

Nesse presente trabalho foram encontrados 17,15 a 25,79 g de Ca, 11,03 a 17,62 g de P, 2,14 a 2,86 g de Na, 1,89 a 2,65 g de K e 0,31 a 0,50 g de Mg por kg PCVZ. Desse modo, apenas os valores de magnésio e potássio apresentaram semelhanças com o ARC (1980) tendo os teores de cálcio, fósforo e sódio acima dos valores preconizados por esse comitê, muito provavelmente devido à categoria aqui estudada, já que esses minerais estão presentes em grande quantidade no feto.

Enquanto Grace et al. (1983a), em sua pesquisa com cordeiros castrados e cordeiras não gestantes Romney Marsh abordaram que para cada ganho em kg do peso corporal vazio foi encontrado 0,92; 2,1; 0,29; 10,5, e 5,2 g de Na, K, Mg, Ca e P, respectivamente. Com exceção do Mg, os dados estão muito próximos dos valores preconizados pelo ARC (1980) o que já era esperado uma vez que avaliaram a mesma categoria e por serem animais lanados.

O mesmo foi relatado por Baião et al. (2003) e Gerassev et al. (2001) avaliando cordeiros de 15 a 45 kg da raça Santa Inês puros e cruzados, mantidos sob dois regimes de alimentação (à vontade e restrito), registrou a composição corporal por quilo de peso de corpo vazio entre 14,641-11,637 g de Ca; 7,892-6,767 g de P, e 0,561-0,517 g de Mg; 2,762-2,570 g de K e 1,039-0,923 g de Na, respectivamente. Apesar dos valores estarem próximos aos do ARC (1980), os dados se aproximam dos encontrados no presente trabalho. Essa proximidade pode ser condicionada ao fato de serem animais deslanados e da mesma raça aqui estudada.

O NRC (1985) e o ARC (1980) consideram que os requisitos líquidos de macrominerais são constantes e independem do peso do animal, já o AFRC (1991), de posse de novos dados e informações disponíveis, adotou equações baseadas no crescimento ósseo para estimar as exigências de cálcio e fósforo, e considerou que a concentração destes elementos no corpo diminui à medida que o animal torna-se adulto.

Na tabela 37 é apresentada a composição corporal de microminerais, em relação ao peso vivo (PV) e peso de corpo vazio (PCVZ) em ovelhas Santa Inês em diferentes períodos gestacionais submetidas a dois manejos nutricionais. A maioria das informações encontradas

na literatura relatam o conteúdo de microminerais apenas em componentes ligados à gestação, como o feto e útero gravídico.

Tabela 37. Conteúdo total de microminerais em miligramas (mg) e em relação ao peso vivo (mg/kg PV) e peso de corpo vazio (mg/kg PCVZ) no corpo de ovelhas Santa Inês em diferentes períodos gestacionais submetidas a dois manejos nutricionais

|                     | Manejo  |         | Período gestacional (dias) |         |         |          | CV(%)   |       |
|---------------------|---------|---------|----------------------------|---------|---------|----------|---------|-------|
|                     | R       | NR      | 0                          | 90      | 110     | 130      |         | 140   |
| <b>Ferro</b>        |         |         |                            |         |         |          |         |       |
| Conteúdo total (mg) | 6872,74 | 6162,39 | 6541,58                    | 7201,14 | 4860,50 | 6081,20  | 7903,40 | 29,87 |
| mg/kg PV            | 148,74  | 129,68  | 160,62                     | 154,97  | 107,62  | 127,38   | 145,45  | 30,08 |
| mg/kg PCVZ          | 181,70  | 155,75  | 201,90                     | 192,34  | 130,41  | 152,21   | 166,77  | 29,31 |
| <b>Zinco</b>        |         |         |                            |         |         |          |         |       |
| Conteúdo total (mg) | 2719,58 | 2813,24 | 3077,50                    | 2742,82 | 2359,16 | 2748,79  | 2903,76 | 27,97 |
| mg/kg PV            | 57,92   | 58,10   | 73,97a                     | 58,10b  | 48,59b  | 57,31b   | 52,08b  | 29,41 |
| mg/kg PCVZ          | 71,14   | 70,30   | 93,55a                     | 72,39b  | 59,63b  | 68,55b   | 59,49b  | 29,33 |
| <b>Cobre</b>        |         |         |                            |         |         |          |         |       |
| Conteúdo total (mg) | 399,59  | 401,28  | 346,30b                    | 267,06b | 294,00b | 395,61ab | 699,22a | 38,06 |
| mg/kg PV            | 8,48    | 8,11    | 8,15                       | 5,69    | 6,35    | 8,41     | 12,87   | 43,18 |
| mg/kg PCVZ          | 10,26   | 9,58    | 10,19                      | 7,09    | 7,65    | 9,98     | 14,68   | 43,18 |
| <b>Manganês</b>     |         |         |                            |         |         |          |         |       |
| Conteúdo total (mg) | 211,13  | 235,76  | 162,13b                    | 276,01a | 236,27a | 300,59a  | 142,21b | 38,75 |
| mg/kg PV            | 4,53    | 4,95    | 4,03b                      | 5,97a   | 4,94ab  | 6,24a    | 2,54c   | 42,94 |
| mg/kg PCVZ          | 5,58    | 6,01    | 5,11a                      | 7,46a   | 6,04a   | 7,46a    | 2,91b   | 42,98 |

Letras diferentes na mesma linha indicam efeito estatístico pelo teste SNK ( $P < 0,05$ ); R = Restrito, NR = Não restrito.

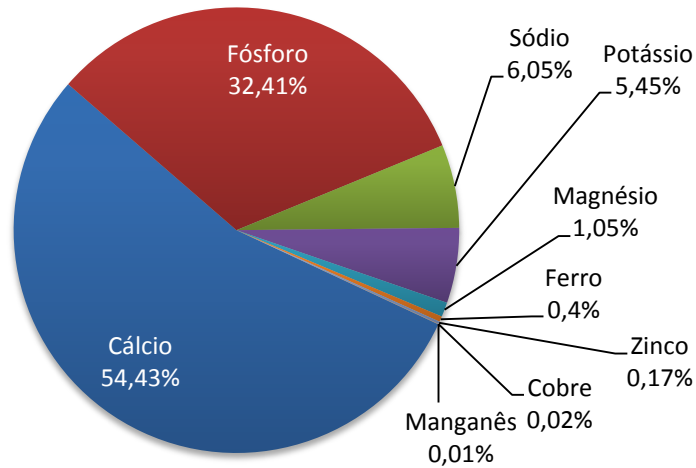
Dentre os microminerais avaliados nesse estudo, o ferro foi o que apresentou maiores quantidades no corpo das ovelhas, de maneira que variou de 4860,50 a 7903,40 mg conforme o estágio da ovelha.

O conteúdo total de zinco e cobre em miligramas ficou entre 2359,16 até 3077,50 mg e 267,06 até 699,22 mg de acordo com o estágio gestacional.

O manganês, dentre os minerais avaliados nesse trabalho, foi encontrado em menor quantidade no corpo das ovelhas, de modo que os valores variaram de 142,21 a 300,59 mg de acordo com o número de dias de gestação.

Grace et. al (1983a), trabalhando com cordeiros castrados e cordeiras Romney Marsh em crescimento a pasto, avaliaram a distribuição de minerais entre vários órgãos e tecidos e associaram ao ganho por quilo de peso de corpo vazio. Para ovinos com 49,7 kg foram encontrados 2784,69; 2097,75; 137,72 e 40,84 mg para Fe, Zn, Cu e Mn, respectivamente. É válido ressaltar que o trabalho citado, comparado ao presente estudo, além de avaliar animais de raça distinta à Santa Inês, não relatou quantidades dos microminerais em gorduras viscerais, carcaça, cabeça e patas, glândula mamária, útero, feto, líquido fetal, o que pode explicar essa diferença nos valores.

A partir dos dados apresentados, conclui-se que os minerais no corpo da ovelha está distribuído conforme a ilustração abaixo (Figura 11).



*Figura 11. Distribuição dos minerais no corpo da ovelha gestante Santa Inês*

## **5. CONCLUSÕES**

A restrição energética e proteica em 15% imposta à dieta não afetou a concentração de nenhum dos minerais aqui estudados.

É possível empregar-se de equações de regressão para predizer a quantidade de minerais retida no feto em função de seu peso, seja qual for o manejo nutricional adotado.

São necessários mais estudos sobre os reais requisitos nutricionais de minerais para fêmeas gestantes para que possamos balancear adequadamente as quantidades de minerais nas dietas a fim de maximizar o desempenho produtivo e, conseqüentemente, proporcionar um pleno desenvolvimento da gestação.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDULLAH, B. M. Composition chemical and Microbiological properties of Jordanian ovine organ meats. **International Journal of Food Science and Technology**, 43, 764-751, 2008.
- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle. Report 6, Nutrition Abstract review, series B.**, 61(9), 1991. p: 573-612.
- ALLEN, J. G.; STEELE, P.; SOLOMOONS H. G. A study of nutritional myopathy in weaner sheep. **Australian Veterinary Journal**, 63: 8–13, 1984.
- ALTMAN, P. L.; DITMER, D. S. **Blood and other body fluids**. Washington, D.C: [s.n.], 1961.
- ANDERSON, R. R. Mammary Gland Growth in Sheep. **Journal of Animal Science**, 41:118-123, 1975.
- ANKE, M.; GROPPPEL, B. **Trace Element Metabolism in Animals**. (Ed.) C. F. Mills, pp. 133–136. (E & S Livingstone: Edinburgh.), 1970.
- ARC - AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. **The nutrient requirements of farm livestock**. London, 1980. 351 p.
- ARC - AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. **The nutrient requirements of ruminant livestock**: Technical Review. London: Agricultural Research Council Working Party. 1965. 246p.
- ASHTON, W. M.; WILLIAMS, M. Studies on ewe's milk. VI. The content of some trace elements. **Journal of Agricultural Science (Cambridge)** 88, 529-531, 1977.
- AUGUST, D.; JANGHORBANI, M.; YOUNG, V. R. Determination of zinc and copper absorption at three dietary Zn-Cu ratios by using stable isotope methods in young adults and elderly subjects. **American Journal of Clinical Nutrition**, 50:1457–1463, 1989.
- AVIDAR, Y.; DAVIDSON, M.; ISRAELI, B. et al. Factors affecting the level of blood constituents of Israeli dairy cows. **Zentbl. Vet.Med. A.**, v.28, p.373-380, 1981.
- BAIAO, E. A. M.; PEREZ, J. R. O.; BAIAO, A. A. F. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de cálcio e fósforos para Ganho em peso de cordeiros. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.6, p.1370-1379, 2003.

- BAKER, E.; MORGAN, E. H. **Iron transport**. In: Iron Metabolism in Health and Disease, Brock, J. H., Halliday, J. W., Pippard, M. J., Powell, L. W. eds. London: W. B. Saunders Company, 1994.
- BALLY, D. L.; CURRY, D. L.; KEEN, C. L. et al. Effect of manganese deficiency on insulin secretion and carbohydrate homeostasis in rats. **Journal of Nutrition**, **114**: 1438–1446, 1984.
- BAUMAN, D. E.; CURRIE, W. B. Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation: a review of mechanisms involving homeostasis and homeorhesis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, n. 9, p. 1514-29, 1980.
- BEDWAL R. S.; BAHAGUNA, A. **Zinc, copper and selenium i reproduction**. University of Rajasthan, Jaipur, India. *Experientia*. 15; 50 (7), 626–40, 1994.
- BEED, D. K.; MALLONEE, P. G.; SCHNEIDER, P. L. et al. Response to dietary potassium restriction in lactating dairy cows. **Florida Nutrition Conference**, p.15, 1983.
- BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006.
- BERG, J. M. Zinc fingers and other metal-binding domains: elements for interactions between molecules. **Journal of Biological Chemistry** 265, 6513–6516, 1990.
- BLACK, H.; HUTTON, J. B.; SUTHERLAND, R. J. et al. White liver disease in goats. **New Zealand Veterinary Journal**, **36**: 15–17, 1988.
- BORGES, A. S.; BARROS, B. P.; ALVES, A. L. G. Excreção fracionada do cálcio e fósforo em novilhas Nelore antes e durante a gestação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.5, 1017-1022, 2000.
- BRAITHWAITE, G. D. Studies on the absorption and retention of calcium and phosphorus by young and mature Ca-deficient sheep. **British Journal of Nutrition**, 34; 311, 1975.
- BRAITHWAITE, G. D. The effect of dietary protein intake on calcium metabolism of the pregnant ewes. **British Journal nutrition**, 40, p.505, 1978.
- BRAITHWAITE, G. D. Calcium and phosphorus requirements of the ewe during pregnancy and lactation,1. **British Journal Nutrition**, 50, p.711-722, 1983.
- BRAITHWAITE, G. D. Some observations in phosphorus homeostatis and requirements. **Journal of Agricultural Science, Cambridge** 102, 295–306, 1984b.

- BRESSLER, J. P.; OLIVI, L.; CHEONG, J. H. et al. Divalent metal transporter 1 in lead and cadmium transport. **Annals of the New York Academy of Sciences** 1012:142–152, 2004.
- CARE, A. D. **Placental transfer of calcium to the ovine fetus and its regulation**. Proceedings of the Nutrition society. [S.l.]: [s.n.]. 1986. p. 321-329.
- CAVALHEIRO, A. C. L.; TRINDADE, D. S. **Os minerais para bovinos e ovinos criados em pastejo**. Porto Alegre, Ed. Sagra: DC Luzzatto, 1992. 142p.
- CHALLA, J.; BRAITHWAITE, G. D.; DHANOA, M. S. Phosphorus homeostasis in growing calves. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge 112, 217–226, 1989.
- CHUNG, J.; HAILE, D. J.; WESSLING-RESNICK, M. Copper-induced ferroportin-1 expression in j774 macrophages is associated with increased iron efflux. **Proceedings of the National Academy of Sciences**. USA 101:2700–2705, 2004.
- COELHO DA SILVA, J. F. Exigências de macroelementos inorgânicos inorgânicos para bovinos: o sistema ARC/AFRC e a experiência no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1, 1995, Viçosa. **Anais...Viçosa: Universidade Federal de Viçosa**. p.467-504, 1995.
- CONRAD, J. H.; McDOWELL, L. R.; ELLIS, G. L. et al. **Minerais para ruminantes em pastejo em regiões tropicais**. Campo Grande, MS: EMBRAPACNPGR, 1985. 90p.
- COSTA, R. G.; RESENDE, K. T.; RODRIGUES, M. T. et al. Exigências de Minerais para Cabras durante a Gestação: Na, K, Mg, S, Fe e Zn. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.431-436, 2003.
- COSTA, R. G.; RESENDE, K. T.; RODRIGUES, M. T. et al. Retenção de minerais por cabras durante a gestação, **Agropecuária Técnica**, v.26, n.2, p.129–133, 2005.
- COUSINS, R. J.; LIUZZI, J. P.; LICHTEN, L. A. Mammalian zinc transport, trafficking and signals. **Journal of Biological Chemistry** 281, 24085–24089, 2006.
- CUNNIFF, P. Ed. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16th Ed. AOAC, Arlington. 1995. Vol. I and II.
- CUNNINGHAM, G. N.; WISE, M. B.; BARRICK, E. R. Effect of high dietary levels of manganese on the performance and blood constituents of calves. **Journal of Animal Science**, **25**: 532–538, 1966.

- DAVIES, N. T. Studies on the absorption of zinc by rat intestine. **British Journal of Nutrition** 43, 189–203, 1980.
- DAVIS, S. R.; BARRY, T. N.; HUGHSON, G. A. Protein synthesis in tissues of growing lambs. **British Journal of Nutrition** 46: 409–419, 1981.
- DE ROSA, G.; KEEN, C. L.; LEACH, R. M., et al. Regulation of superoxide dismutase activity by dietary manganese. **Journal of Nutrition**, 110: 795–804, 1980.
- ERWAY, L.; HURLEY, L. S.; FRASER, A. Congenital ataxia and otolith defects due to manganese deficiency in mice. **Journal of Nutrition**, 100: 643–654, 1970.
- FAIRBANKS, V. F. **Iron in medicine and nutrition**. p. 185–213 In: Modern Nutrition in Health and Disease, M. E. Shils, J. A. Olson, M. Shike, eds. Philadelphia: Lea & Febiger. 1994.
- FIELD, A. C.; SUTTLE, N. F. Retention of calcium, phosphorus, magnesium, sodium and potassium by the developing sheep foetus. **Journal Agricultural Science**, 69, 1967. 417-423.
- FRASER, A.; STAMP, J.T. **Ganado ovino - Produccion y Enfermedades**. 6.ed. Ediciones Mundi-Prensa (Ed). Espanha, 1987. 358p.
- GAWTHORNE, J. M.; ALLEN, J. D.; NADER, C. J. In: C. F. Mills, I. Bremner, J. K. Chesters. eds. Proc. 5<sup>th</sup> Symp. **Trace elements in man and animals** (TEMA-5), Commonwealth Agriculture Bureaux, Farnham Royal, U.K., p. 346-351, 1985.
- GEORGIEVSKII, V. I.; ANNENKOV, B. N.; SAMOKHIN, V. I. **Mineral Nutrition of Animals**. London: Butterworths, 1979.
- GERASSEV, L. C.; PEREZ, J. R. O.; RESENDE, K. T. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de magnésio, potássio e sódio de cordeiros santa inês dos 25 aos 35 kg de peso vivo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.2, p.386-395, mar./abr., 2001
- GERASSEV, L. C.; PEREZ, J. R. O.; QUINTÃO, F. A. et al. Efeito da restrição pré e pós-natal sobre o crescimento dos depósitos de gordura de cordeiros Santa Inês. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.3, p.782-788, 2007.
- GOMIDE, C. A.; ZANETTI, M. A.; PENTEADO, M. V. C. et al. Influência da diferença cátionaniônica da dieta sobre o balanço, fósforo e magnésio em ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, p.363-369, 2004.



- GONZAGA NETO, S.; SILVA SOBRINHO, A.G.; RESENDE, K.T et al. Composição corporal e exigências nutricionais de proteína e energia para cordeiros Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1- 11, 2005.
- GOONERATNE, S. R.; LAARVELD, B.; CHAPLIN, R. K. Profiles of Cu67 in blood, bile, urine and faeces from Cu67-prime lambs : effect of Mo99-labelled tetrathiomolybdate on the metabolism of Cu67 after long-term storage. **British Journal of Nutrition**, 61, 373-385, 1989.
- GRACE, N. D. Studies on the flow of Zn, Co, Cu and Mn along the digestive tract of sheep fed fresh perennial ryegrass or white clover or red clover. **British Journal of Nutrition**, 34: 73–82, 1975.
- GRACE, N. D. Amounts and distribution of mineral elements associated with fleece-free empty body weight gains in the grazing sheep. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, 26: 59–70, 1983a.
- GRACE, N. D. The lamb's requirements for minerals and the supply from herbage and milk. In "Lamb Growth" (A. S. Familton, ed.), p. 175-191. Animal Industries Workshop, Lincoln College, Christchurch, New Zealand, 1983b.
- GRACE, N. D. An estimation of the dietary allowances of Cu, Zn, Fe, Mn and Se for single and twin-bearing ewes. **Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production** 46: 37–39, 1986.
- GRACE N. D.; WATLINSON, J. H.; MARTINSON, P. L. Accumulation of minerals by the foetus(es) and conceptus of single- and twin-bearing ewes. **New Zealand Journal of Agricultural Research** 29: 207-222, 1986c.
- GREENWOOD, P. L.; HUNT, A. S.; HERMANSON, J.W. et al. Effects of birth weight and postnatal nutrition on neonatal sheep. I. Body growth and composition, and some aspects of energetic efficiency. **Journal Animal Science**, Champaign, v.76, p. 2354-2367. 1998.
- HAFEZ, E. S. S. **Adaptación do los animales domésticos**. Barcelona, Labor, 1973. 563p.
- HALPIN, C. G.; BAKER, I. W. **Proceedings of the Australian Society of Animal Production**, 14: 658, 1986.
- HIDIROGLOU, M. Manganese in ruminant nutrition. **Journal of Agricultural Science, Cambridge**, 59: 217–236, 1979.

- HILL, G. M., LINK, J. E. Transporters in the absorption and utilization of zinc and copper. **Journal of Animal Science**, 87, E85-E89, 2009.
- HOUSE, W. A.; BELL, A. W. Mineral Accretion in the fetus and adnexa during late gestation in holstein cows. **Journal Dairy Science**, 79, 2999-3010, 1993.
- HOWELL, J. MCC. **Detection and Treatment of Mineral Nutrition Problems in Grazing Sheep**. (Eds) D. G. Masters and C. L. White, pp. 95–117. (ACIAR: Canberra.), 1996.
- HOWELL, J. MCC.; GOONERATNE, S. R. **Copper in Animals and Man**. (Eds) J. McC. Howell and J. M. Gawthorne, Vol. 2, pp. 53–78. (CRC Press: Boca Raton, Fl.), 1987.
- HURLEY, L. S.; THERIAULT, L.; DREOSTI, I. E. Liver mitochondria from manganese deficient and pallid mice: Function and ultrastructure. **Science**, **170**: 1316–1318, 1981.
- ILLEK J., Significance of trace elements in metabolism of cattle and their relationship to production and reproduction (in Czech). Metabolic and production disorders of cattle (Collection). Dům techniky ČSVTS, Brno, 1. ed., p. 73–75, 1990.
- IVAN, M.; IHNAT, M.; VEIRA, D. M. Flow and soluble proportions of zinc, manganese, copper and iron in the gastrointestinal tract of sheep fed corn or alfalfa silages. **Canadian Journal of Animal Science**, **63**: 163–171, 1983.
- KADU, M.; KAIKINI, A. Prenatal development of caprine foetus. **Indian Journal of Animal Science**, 57(9):962-969. 1987.
- KANEKO, J. J. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 4.ed. San Diego: Academic, 1989. 932p.
- KEILIN, D.; MANN, T. Carbonic anhydrase. Purification and nature of the enzyme. **Biological Journal** 34, 1163–1176, 1940.
- KOLB, E. **Fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1980, 612p.
- LANA, R. P.; FONTES, C. A. A.; PERON, A. J. et al. Composição corporal e do ganho de peso e exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K), de novilhos de cinco grupos raciais. 3. Conteúdo corporal e do ganho de peso e exigências de macroelementos minerais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.21, n.2, p.538-549, 1992.
- LASSITER, J. W.; MORTON, J. D. Effects of a low manganese diet on certain ovine characteristics. **Journal of Animal Science**, **27**: 776–779, 1968.

- LEACH, R. M.; HARRIS, J. L. **Trace Element Metabolism in Animals**. (Eds) W. G. Hoekstra, J. W. Suttie, H. E. Ganther, W. Mertz, p. 51–59. (University Park Press: Baltimore), 1997.
- LI, N. et al. Perturbations in the biochemical composition of fetal fluids are apparent in surviving bovine somatic cell nuclear transfer pregnancies in the first half of gestation. **Biology of reproduction**, 73, 2005. 139-148.
- LONNERDAL, B. Soybean ferritin: implications for iron status of vegetarians. **American Journal of Clinical Nutrition** 89, 1680S–1685S, 2009.
- LONNERDAL, B. Trace elements in infancy: a supply/demand perspective. In: Hurley, L.S., Keen, C.L., Lonnerdal, B. and Rucker, R.B. (eds) **Proceedings of Sixth International Symposium on Trace Elements in Man and Animals**. Plenum Press, New York, p. 189–195, 1985.
- MACEDO JUNIOR, G. L. **Exigências nutricionais de ovelhas gestantes da raça Santa Inês**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. Tese de Doutorado.
- MASTERS, A.; CHURCH, D. C. Effect of various mineral elements on in vitro rumen cellulose digestion. **Journal of Animal Science**. 31:982–990, 1958.
- MCDONALD et al. Studies on reproduction in prolific ewes-5. The accretion of nutrients in the fetuses and adnexos. **Journal Agricultural Science**, 92, 591-603, 1979.
- MCDOWELL, L. R. **Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais: enfatizando o Brasil**. 3.ed. Gainesville: Universidade da Flórida, 1999. 93 p.
- MCDOWELL, L. R. **Minerals in Animal and Human Nutrition**. Amsterdam: Elsevier, 2003.
- MCDOWELL, L. R. Recent advanced in minerals and vitamins on nutrition of lactating cows. In: Simpósio Internacional em Bovinocultura de Leite, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA-FAEPE, 2001. p.51-76.
- MCDOWELL, R. E. **Bases biológicas de la producción animal en zonas tropicales**. Zaragoza, Acribia, 1974. 692p.
- MCNEILL, D. M.; SLEPETIS, R.; EHRHARDT, R. A. et al. Protein Requirements of Sheep in late pregnancy: partitioning of nitrogen between gravid uterus and maternal tissues. **Journal of Animal Science**. v.75, p.809-816, 1996.

- MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ-ESAL, 1992. p.188.
- MILLS, C. F.; DAVIES, A. C. Zinc deficiency and zinc requirement of calves and lambs. **British Journal of Nutrition**, **21**: 751–768, 1979.
- MILLS, C. F.; DALGARNO, A. C. Copper and zinc status of ewes and lambs receiving increased dietary concentrations of cadmium. **Nature**, **UK 239**, 171–173, 1967.
- MORRIS, J. G. Assessment of Sodium Requirements of Grazing Beef Cattle: a Review. **Journal of Animal Science**, **50**: 145–152, 1980.
- MOSS, B. R.; MADSEN, F.; HANSARD, S. L. et al. Maternal-fetal utilization of copper by sheep. **Journal of Animal Science**, **38**: 475–479, 1974.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of sheep**. 6.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985, 112p.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirement of small ruminants**: 1 ed. Washington: National Academy Press, 2007, 362p.
- NOAKES, D. E.; PARKINSON, T. J.; ENGLAND, G. C. W. with FOREWORD by ARTHUR G.H.: **Arthur's Veterinary Reproduction and Obstetrics**. W.B. Saunders, London – Edinburgh – New York – Philadelphia – St Louis – Sydney – Toronto, Eight edition, p. 868, 2001.
- NØRGAARD, J. V.; NIELSEN, M. O.; THEIL, P. K. et al. Development of mammary glands of fat sheep submitted to restricted feeding during late pregnancy. **Small Ruminant Research**, v.76, p.155-165, 2008.
- O'DELL, B. L.; NEWBERNE, P. M.; SAVAGE, J. E. Significance of dietary zinc for the growing chicken. **Journal of Nutrition** **65**, 503–508, 1958.
- OTT, E. A.; SMITH, W. H.; STOB, M. et al. Zinc deficiency syndrome in young lamb. **Journal of Nutrition** **82**, 41–50, 1964.
- OUTTEN, C. E.; O'HALLORAN, T. V. Femtomolar sensitivity of metalloregulatory proteins controlling zinc homeostasis. **Science** **292**(5526):2488–2492, 2001.
- PAYNTER, D. I. Changes in activity of the manganese superoxide dismutase enzyme in tissue of the rat with changes in dietary manganese. **Journal of Nutrition**. **110**: 437–447, 1980a.

- PAYNTER, D. I. Wool manganese and the assessment of manganese nutrition of sheep. **Proceedings of the Nutrition Society of Australia**, 7: 182, 1982.
- PAYNTER, D. I. **Temperate Pastures: Production Use and Management**. (Eds) J. L. Wheeler, C. J. Pearson and G. E. Robards, pp. 390–392. (Australian Woolm Corporation/CSIRO: Melbourne.), 1987b.
- PEARSON, P. B.; GRAYAND, J. A.; REISER, R. The calcium, magnesium and potassium contents of the serum of ewes fed high levels of potassium. **Journal of Animal Science**, 8; 52-56, 1949.
- QUEIROZ, A. C.; GOUVEIA, L. S.; PEREIRA, J. C. et al. Exigências nutricionais de caprinos da raça alpina em crescimento. 1. Exigência nutricional de fósforo para manutenção: perdas endógenas e abate comparativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 1205-1215. 2000.
- RATTRAY, P. V.; GARRET, N. W.; EAST, N. E. et al. Efficiency of utilization of metabolizable energy during pregnancy and the energy requirements for pregnancy in sheep. **Journal Animal Science**, v.38, n.2, p.383-393, 1974.
- RESENDE, K. T. **Métodos de estimativa da composição corporal e exigências nutricionais de proteína, energia, e macroelementos inorgânicos de caprinos em crescimento**. 1989. 130 f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1989.
- RESENDE, K. T.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; FERNANDES, M. H. M. R. Metabolismo de energia. In: **Nutrição de Ruminantes**. BERCHIELLI, T.T et al. (Ed) JABOTICABAL: FUNEP, 2006. p.1-21.
- RIBEIRO, L. A. O.; MATTOS, R. C.; GONZALEZ, F. H. D. et al. Perfil metabólico de ovelhas Border Leicester x Texel durante a gestação e a lactação. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, p.155-159, 2004.
- ROBINSON, J. J. Pregnancy. IN: COOP, I. E. ed. **Sheep and goat production**. World animal science - C - Production-system approach . Elsevier, Amsterdam. 1982. p. 103-118.
- ROJAS, M. A.; DYER, L. A.; CASSAT, W. A. Manganese deficiency in the bovine. **Journal of Animal Science**. 24: 664–667, 1965.
- SANSOM, B. F.; SYMONDS, H. W.; VAGG, M. J. The absorption of dietary manganese by dairy cows. **Research in Veterinary Science**, 24: 366–369, 1978.

- SCOTT, D.; RAJARATNE, A. A. J.; BUCHAN, W. Factors affecting faecal endogenous phosphorus loss in the sheep. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge 124, 145–151, 1995.
- SCHEAFFER, A. N.; CAATON, J. S.; REDMER, D. A. et al. The effect of dietary restriction, pregnancy, and fetal types on fetal weight, maternal body weight, and visceral organ mass in ewes. **Journal of Animal Science**. v.82, p.1826-1838, 2004.
- SKIKNE, B.; BAYNES, R. D. **Iron absorption**. p. 151–188 In: *Iron Metabolism in Health and Disease*, J. H. Brock, J. W. Halliday, M. J. Pippard, and L. W. Powell, eds. London: W. B. Saunders Company, 1994.
- SILVA, J. F. C. Exigências de macroelementos inorgânicos para bovinos: o sistema ARC/AFRC e a experiência no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: (s.n.), 1995. P.467-504.
- SIMMER K.; LORT-PHILLIPS L.; JAMES C. et al. A double-blind trial of zinc supplementation in pregnancy. **European Journal of Clinical Nutrition**. Basingstoke, The Macmillan Press Ltd. v. 45 (3), 139–144, 1991.
- SMITH, A. H. et al. Distribution of intravenously injected radio-active phosphorus (P32) among sheep tissues. **Journal of Animal Science**, 11, 638-645, 1952.
- SMITH, A. H. et al. Transfer of phosphate in the digestive tract II. Sheep. **Journal of Nutrition**, 57, 507-527, 1955.
- SOUZA, F. **Composição corporal de cálcio e fósforo de ovelhas Santa Inês**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2010. Dissertação de Mestrado.
- STEVENSON, J. W.; EARLE, I. P. Studies on parakeratosis in swine. **Journal of Animal Science** 15, 1036–1045, 1956.
- SUCHÝ P.; SUCHÝ P. J. R.; STRAKOVÁ, E. **Microelements in nutrition of farm animals** (In Czech). *Krmiva & Výživa*, 3–4, 18–19 Swenson C., Johnson B. Adequate Trace Mineral Levels Important For Reproductive Performance. Zin pro Corporation, Eden Prairie, Minn, 1998.
- SUSIN, I. **Exigências nutricionais de ovinos e estratégias de alimentação**. IN: SILVA SOBRINHO, A. G.; BATISTA, A. M. V.; SIQUEIRA, E. R.; et al. *Nutrição de de ovinos*, Jabotical, FUNEP, 1996. P.119-141.

- SUTTLE, N. F. The interactions between copper, molybdenum, and sulphur in ruminant nutrition. **Annual Review Nutrition**, 11, 121-140, 1991.
- SUTTLE, N. F. The role of organic sulphur in the copper-molybdenum-S interrelationship in ruminant nutrition. **British Journal Nutrition**, 34, 411-420, 1975.
- SUTTLE, N. F. **Mineral Nutrition of Livestock**, 4<sup>o</sup>. ed. Cambridge: CABI international, v. I, 2010.
- SYKES, A. R.; DINGWALL, R. A. The phosphorus requirement of pregnant sheep. **The Journal of Agricultural Science**, 86: pp 587-594, 1976.
- SYKES, A. R.; FIELD, A. C. Effects of dietary deficiencies of energy, protein and calcium on the pregnant ewes, I. Body composition and mineral content of the ewes. **Journal of Agricultural Science**, 78, 109-117, 1972.
- SYNKES A. R.; RUSSEL, A. J. F. **Deficiency of mineral macroelements**. In: Diseases of sheep, 3<sup>a</sup> edição. Editores: W.B. Martin, I.D. Aitken. Blackwell Science (Oxford, UK); 2000, 318-331.
- THOMAS, F. M.; POTTER, B. J. The site of magnesium absorption from the ruminant stomach. **British Journal of Nutrition**. 36:37, 1976.
- TODD, J. R.; GIVENS, D. I.; FAIRBAIRN, C. B. et al. **Recent Advances in Animal Nutrition – 1984**. (Eds) W. Haresign and D. J. A. Cole, pp. 113–142. (Butterworths: London.), 1984.
- TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P. V. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, 20, n. 3, 127-138, 2000.
- TROOST, F. J.; R. BRUMMER, J. M.; DAINTY, J. R. et al. Iron supplements inhibit zinc but not copper absorption in vivo in ileostomy subjects. **American Journal of Clinical Nutrition**, 78:1018–1023, 2003.
- TURNER, M. A.; NEALL, V. E. Survey of magnesium content of soils and pastures and incidence of grass tetany in three selected areas of Taranaki. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, 21: 583–592, 1987.
- UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, F. **The Mineral Nutrition of Livestock**, 3rd edn. CAB International, Wallingford, UK., 1999.

- UNDERWOOD, E. J. **Trace elements in human and animal nutrition**. 4ª Edição. ed. London: Academic press, v. I, 1977.
- WALES, R. G.; MURDOCH, R. N. Changes in the composition of sheep fetal fluids during early pregnancy. **Journal of Reproduction and Fertility**, 33, 1973. 197-205.
- WALLACE, J.; DEIRDRE, B.; SILVA, P. et al. Nutrient partitioning during adolescent pregnancy. **Reproduction**. v.122, p.347-357, 2001.
- WALLACE, J. M.; AITKEN, R. P.; CHEYNE, M. A. Nutrient partitioning and fetal growth in rapidly growing adolescent ewes. **Journal of Reproduction and Fertility**. v.107, p.183-190, 1996.
- WATSON, M. J., BOGDANOVIC, B. **Proceedings of the Australian Society of Animal Production**, 17: 354–357, 1971.
- WILLIAMS, A. P. The amino acid, collagen and mineral composition of preruminant calves. **Journal of Agricultural Science, Cambridge**, 90: 617–624, 1978.



## 7. ANEXO

## CERTIFICADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL DA UFMG



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
COMITÊ DE ÉTICA EM EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL  
- C E T E A -**

### CERTIFICADO

Certificamos que o **Protocolo nº 77/2006**, relativo ao projeto intitulado "**Composição corporal e exigências energéticas e protéicas de ovelhas da raça Santa Inês no terço final de gestação**", que tem como responsável **Iran Borges**, está de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal, adotados pelo **Comitê de Ética em Experimentação Animal (CETEA/UFMG)**, tendo sido aprovado na reunião de **20/ 09/2006**.

Este certificado expira-se em **20/ 09 / 2011**.

### CERTIFICATE

We hereby certify that the **Protocol nº 77/2006**, related to the project entitled "**Body composition and energy and protein requirement of Santa Inês late pregnant ewes**", under the supervision of **Iran Borges**, is in agreement with the Ethical Principles in Animal Experimentation, adopted by the **Ethics Committee in Animal Experimentation (CETEA/UFMG)**, and was approved in **September 20, 2006**.

This certificate expires in **September 20, 2011**.

Belo Horizonte, 25 de Setembro de 2006.

**Prof. Humberto Pereira Oliveira**  
**Presidente do CETEA/UFMG**

Universidade Federal de Minas Gerais  
Prédio da Reitoria – Campus Pampulha  
Avenida Antônio Carlos, 6627 - 7 Andar, Sala 7018  
31270-901 - Belo Horizonte, MG - Brasil  
Telefone: (31) 3499-4592 – Fax: (31) 3499-4027  
[www.ufmg.br/prpq/cetea](http://www.ufmg.br/prpq/cetea) - [cetea@prpq.ufmg.br](mailto:cetea@prpq.ufmg.br)