



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

Ivonete Ferreira da Silva

**Métodos indiretos de determinação da composição  
corporal e exigências de macro-minerais de cordeiros  
SPRD em diferentes classes sexuais**

Petrolina-PE  
2014

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

Ivonete Ferreira da Silva

**Métodos indiretos de determinação da composição  
corporal e exigências de macro-minerais de cordeiros  
SPRD em diferentes classes sexuais**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Vale do São Francisco- UNIVASF, Campus Ciências Agrárias, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Mário Adriano Ávila Queiroz  
Co-Orientador: Prof. Dr. Mario Luiz Chizzotti

Petrolina-PE  
2014

Silva, Ivonete Ferreira da  
S586m Métodos indiretos de determinação da composição corporal e exigências de macro-minerais de cordeiros SPRD em diferentes classes sexuais / Ivonete Ferreira da Silva. -- Petrolina, 2014. 62f.: il.; 29 cm.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina, 2014

Orientador: Prof. Dr. Mário Adriano Ávila de Queiroz  
Co-orientador : prof. Dr. Mário Luiz Chizzotti

#### Referências.

1. Métodos indiretos. 2. Ovinos. 3. Minerais. I. Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco

CDD 613.285

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**Folha de aprovação**

Ivonete Ferreira da Silva

**Métodos indiretos de determinação da composição corporal e exigências de macro-minerais de cordeiros SPRD em diferentes classes sexuais**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Vale do São Francisco- UNIVASF, Campus Ciências Agrárias, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

---

Prof. Dr. Mário Adriano Ávila Queiroz,  
UNIVASF/CCA/Presidente da banca (Orientador)

---

Prof. Dr. Marcus Antonio Zanetti,  
USP/FZEA- (Membro externo)

---

Prof. Dr. Alexandre Coutinho Antonelli,  
UNIVASF/CCA- (Membro interno)

Petrolina-PE, 2014

*Aos meus pais **Felipe e Maria**, pelo amor, confiança e dedicação a mim confiada. Pelo exemplo de honestidade, perseverança e pelo estímulo e apoio durante toda minha formação.*

*Às minhas irmãs **Elizabete e Hildete**, pelo apoio incondicional e pelas palavras de incentivo.*

*Aos meus sobrinhos **Guilherme, Henrique e Luiz Fernando**, o amor transmitido por vocês me fortaleceu por todos estes tempo.*

*À minha querida avó **Isabel**, pelo seu carinho a mim dedicado.*

***Dedico***

## **Agradecimentos**

Ao Pai celestial, pela conclusão de mais uma etapa em minha vida, pela força e coragem que o senhor tem me dado.

Aos meus pais, Felipe e Maria, pelo amor, pelo contínuo apoio em toda a minha vida. Esta conquista é nossa!

As minhas irmãs Elizabete e Hildete, pela amizade, apoio e compreensão. Obrigada por vocês existirem.

Aos meus sobrinhos Guilherme, Henrique e Luiz Fernando pelo carinho e amor que vocês transmitem que só me fortalece a cada dia.

Ao meu querido orientador Mário Queiroz, pela oportunidade oferecida, pelas orientações e incentivos. Com ele tive a oportunidade de enriquecer meus conhecimentos, com suas argumentações científicas e sugestões que não só serviram para minha vida profissional, mas também para a minha vida pessoal. Meu eterno carinho e respeito.

Ao meu co-orientador, Mário Luiz Chizzotti, pelas orientações, amizade e pela confiança em mim, pela gentileza, atenção, contribuições e sugestões.

Ao amigo Rafael Torres pelo companheirismo, orientações, amizade, pela contribuição neste trabalho.

Aos estagiários, pela responsabilidade que tiveram durante o experimento.

A Samara e Karina Busato pela amizade e ajuda durante a parte de campo do experimento.

A prof. Sandra Mary Yamamoto por sua amizade e incentivo.

À UNIVASF, pelo desenvolvimento do experimento, pela oportunidade e aprendizado.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, pelo aprendizado.

Ao técnico do laboratório de nutrição animal e bromatologia, Francisco Allan, pelo apoio técnico.

Ao laboratório de nutrição da EMBRAPA Semiárido, na pessoa de seu Alcides, pelo apoio nas análises laboratoriais.

Ao IF-Sertão Pernambucano, na pessoa do Rodrigo, pela ajuda imprescindível na realização deste trabalho, cedendo de forma gentil o abatedouro, a câmara fria e a sala de processamento de carnes.

A Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - laboratório de minerais, na pessoa do Prof. Dr. Marcus Antônio Zanetti e do Dr. José Aparecido da Cunha, pela realização das análises de minerais.

À Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco - FACEPE, pela bolsa concedida durante o curso.

Ao CNPq, pelo financiamento do projeto.

E a todos que torceram por mim e contribuíram para mais esta conquista em minha vida.

Muito Obrigada!!!

## Resumo

Ovinos sem padrão racial definido compreende o maior efetivo de animais no semiárido nordestino brasileiro. Sua composição corporal e exigência nutricional em minerais ainda possuem respostas a serem dadas pela pesquisa científica comparando animais machos e fêmeas. Com isso, o objetivo inicial dessa pesquisa foi determinar a correlação entre a composição do corpo vazio com métodos indiretos como a área de olho de lombo (AOL) e a composição do pescoço entre macho inteiro, macho castrado e fêmeas e posteriormente desenvolver equações de regressão para a predição da composição corporal a partir da AOL e da composição do pescoço. Adicionalmente foi realizada a estimativa da exigência líquida de ganho para macrominerais. Para isso foram utilizados 60 cordeiros (SPRD), sendo 20 machos inteiros, 20 macho castrados e 20 fêmeas com peso médio corporal inicial de  $18,1 \pm 0,4$  kg e cinco meses de idade. Destes, 15 animais foram abatidos (cinco animais de cada classe sexual) no início do experimento representando a composição corporal inicial (animais-referência), para a estimativa da composição corporal inicial e do peso de corpo vazio inicial dos animais do grupo de abate final. Os 45 cordeiros remanescentes foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, cinco animais das três classes sexuais foram distribuídos nos três níveis de alimentação, à vontade; restrição de 70% do consumo à vontade e restrição de 80% do consumo à vontade. A dieta era constituída de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) e concentrado a base de milho e farelo de soja, com relação volumoso concentrado de 40:60. Após o abate, os animais foram eviscerados e o conteúdo do trato gastrointestinal foi retirado para determinação do peso de corpo vazio (PCVZ). A AOL foi determinada diretamente na carcaça mediante a demarcação do corte transversal do músculo *Longissimus dorsi*. O consumo de matéria seca, ganho médio diário, o peso de corpo em jejum e o peso do pescoço em kg respectivamente não foram influenciado pela classe sexual e nem houve interação entre a classe sexual e os níveis de alimentação, porém houve efeito entres os níveis de alimentação. A AOL e a composição do pescoço apresentaram correlação positiva com os valores de carne, proteína bruta, extrato etéreo e água no corpo vazio para todas as classes sexuais. Os machos inteiros apresentaram maiores valores de correlações da AOL com a composição tecidual e química do corpo vazio e maiores valores de  $R^2$  das suas equações de predição em

relação às outras classes sexuais. A AOL e o pescoço não são métodos recomendados para a estimativa da composição corporal em fêmeas por não existir correlação com o teor de ossos do corpo vazio. Não houve efeito de classe sexual sobre as exigências líquidas de ganho de macrominerais de cordeiros SPRD ( $P>0,05$ ). A composição de macrominerais no peso de corpo vazio variou de 12,70 a 10,14 g de Ca/kg, de 7,70 a 6,42 g de P/kg, de 0,24 a 0,20 g de Mg/kg, de 0,32 a 0,24 g de Na/kg, de 0,31 a 0,22 g de K/kg e de 1,66 a 1,52 g de S/kg, quando o peso de corpo em jejum (PCJ) aumentou de 15 para 30 kg. As exigências líquidas de ganho de macrominerais variaram de 1,826 a 1,458 g/d de Ca, de 1,208 a 1,008 g/d de P, de 0,037 a 0,030 g/d de Mg, de 0,038 a 0,028 g/d de Na, de 0,036 a 0,026 g/d de K e de 0,307 a 0,281 g/d de S para cordeiros com 200 g de GMD e com 15 e 30 kg de PCJ, respectivamente. As exigências líquidas de ganho de macrominerais de cordeiros SPRD não diferem entre as classes sexuais e decrescem com o aumento no PCJ.

Palavras-chave: Área de olho de lombo. Ovinos. Pescoço. Semiárido.

#### Abstract

In the Brazilian northeast the majority of the ovine herd is comprised by non-descript breed (NDB) animals. There is still very few data regarding their body composition and mineral nutrient requirement, especially in relation to males and females. The objective of this research was to determine the correlation of the empty body composition with indirect methods like the rib eye area (REA) and neck composition. Additionally, the net requirements of macrominerals for growth were determined. A total of 60 non-descript breed lambs (20 intact males, 20 castrated males and 20 females) with initial body weights of  $18.1 \pm 0.4$  kg and an average age of five months were used. Of this total, 15 animals (five of each sexual class) were slaughtered at the beginning of the trial (baseline group) to determine the initial body composition and initial empty body weight of lambs slaughtered at the end of the trial. The remaining 45 lambs were allocated randomly on 3 treatments: *ad libitum* feeding, 70% feed restriction and 80% feed restriction (of *ad libitum* consumption). The diet consisted of elephant grass (*Pennisetum purpureum*) and concentrate at a 40:60 roughage:concentrate ratio. After slaughter the gastrointestinal tract was cleaned to

measure empty body weight (EBW). The REA was determined directly in the carcass by a cross section of the *Longissimus dorsi* muscle. The dry matter intake, average daily gain, shrunk body weight and weight of the neck in Kg, respectively, were not influenced by sexual class, and there was no interaction between sexual class and feeding levels, but there was effect between feeding levels. The REA and the composition of the neck were positively correlated with the amount of meat, crude protein, ether extract and water in the empty body for all sexual classes. Intact males had greater correlation values of REA with physical and chemical composition of the empty body and greater  $R^2$  for the prediction equations than the other sexual classes. The REA and neck composition should not be used to estimate body composition of female lambs, because there was no correlation with amount of bones in the empty body. There was no effect of sexual class on the net requirements of macrominerals for growth of NDB lambs. The macromineral composition of the empty body varied from 12.70 to 10.14 g of Ca/kg, 7.70 to 6.42 g of P/kg, 0.24 to 0.20 g of Mg/kg, 0.32 to 0.24 g of Na/kg, 0.31 to 0.22 g of K/kg and 1.66 to 1.52 g of S/kg, when the shrunk body weight (SBW) increased from 15 to 30 kg. The net requirements of macrominerals for growth varied from 1.826 to 1.458 g/d of Ca, 1.208 to 1.008 g/d of P, 0.037 to 0.030 g/d of Mg, 0.038 to 0.028 g/d of Na, 0.036 to 0.026 g/d of K and 0.307 to 0.281 g/d of S of lambs with a ADG of 200 g and with SBW of 15 and 30 kg, respectively. The net requirements of macrominerals for growth of NDB lambs were not different between sexual classes and decreased with increasing SBW.

Key-words: Rib eye area. Ovine. Neck. Semiarid.

## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1

**Tabela 1.** Proporção dos ingredientes e composição da dieta..... 33

**Tabela 2.** Médias e erro padrão das médias (EPM) do consumo de matéria seca (CMS), ganho médio diário (GMD), peso de corpo em jejum final (PCJ), peso do corpo vazio (PCVZ) e peso do pescoço (PESC) de ovinos de diferentes classes sexuais, submetidos à diferentes níveis de alimentação.....36

**Tabela 3.** Coeficientes de correlação entre a área de olho de lombo e o peso de corpo vazio, o peso de corpo em jejum e a composição física e química do corpo vazio em quilogramas (kg).....37

**Tabela 4.** Equações de regressão linear para estimar a composição física e química em kg no corpo vazio (y) em função da área de olho de lombo da carcaça em cm<sup>2</sup> (x) .....38

**Tabela 5.** Coeficientes de correlação entre o peso de corpo vazio (PCVZ) e o peso de corpo em jejum (PCJ) com o peso do pescoço e entre a composição física e química do corpo vazio com a composição física e química do pescoço .....40

**Tabela 6.** Equações de regressão linear para estimar o peso de corpo vazio (PCVZ) e o peso de corpo em jejum (PCJ) (y) a partir do peso do pescoço (x) ..... 41

**Tabela 7.** Equações de regressão linear para estimar a composição física e química no corpo vazio (y) em função da composição física e química no pescoço (x) .....42

### ARTIGO 2

**Tabela 1.** Proporção dos ingredientes e composição da dieta.....50

**Tabela 2.** Teores de cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), enxofre (S) e nitrogênio (N) dos ingredientes e da dieta .....51

<b>Tabela 3.</b> Concentração de macrominerais de cordeiros de diferentes classes sexuais submetidos a diferentes níveis de alimentação.....	54
<b>Tabela 4.</b> Equações de regressões do peso de corpo vazio (PCVZ) em função do peso corporal (PC), do ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) em função do ganho médio diário (GMD), e do conteúdo corporal de macrominerais em função do PCVZ em cordeiros sem padrão racial definido.....	55
<b>Tabela 5.</b> Teores de macrominerais em função do peso de corpo vazio em cordeiros sem padrão racial definido .....	55
<b>Tabela 6.</b> Exigências líquidas de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na), potássio (K) e enxofre (S) de cordeiros sem padrão racial definido.....	57

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AV	Alimentação à vontade
AOL	Área de olho de lombo
CA	Cálcio
CM <sup>2</sup>	Centímetro ao quadrado
CMS	Consumo de matéria seca
R <sup>2</sup>	Coefficiente de determinação
D	Dia
S <sup>g</sup>	Efeito de classe sexual
Ah	Efeito de nível de alimentação
I <sup>i</sup>	Efeito de interação da classe sexual x nível de alimentação
S	Enxofre
IOCPOES	Espectrometria de emissão óptica por plasma indutivamente acoplado
EE	Extrato etéreo
F	Fêmea
P	Fosforo
GMD	Ganho médio diário
GPCVZ	Ganho de peso de corpo vazio
G	Gramas
°C	Graus Celsius
H	Horas
LOG	Logaritmo
Mi	Macho inteiro
MC	Macho castrado
MS	Matéria seca
MSG	Matéria seca gordurosa
MSPD	Matéria seca pré-desengordurosa
MG	Magnésio
MN	Matéria natural
EPM	Média e erro padrão das médias
MCAL	Mega calorias
MG	Miligramas
ML	Mililitro
N	Nitrogênio
PCJ	Peso de corpo em jejum
PCVZ	Peso de corpo vazio
PESC	Peso de pescoço
PCF	Peso de carcaça fria
PC	Peso corporal
%	Porcentagem
K	Potássio
PB	Proteína bruta
KG	Quilograma
SPRD	Sem padrão de raça definida
UI	Unidade internacional

## SUMÁRIO

<b>1.Introdução geral .....</b>	<b>15</b>
<b>2.Hipótese .....</b>	<b>16</b>
<b>3. Objetivos .....</b>	<b>16</b>
<b>4. Revisão de literatura .....</b>	<b>17</b>
4.1. Estimativa da composição corporal em pequenos ruminantes .....	17
4.2 Exigências nutricionais em minerais .....	20
<b>Referências .....</b>	<b>25</b>
<b>5. ARTIGO 1 Métodos indiretos de predição da composição corporal de ovinos de diferentes classes sexuais .....</b>	<b>29</b>
<b>6. ARTIGO 2 Exigência de macrominerais de cordeiros sem padrão racial definido de diferentes classes sexuais .....</b>	<b>46</b>
<b>7. Considerações finais .....</b>	<b>60</b>
<b>Referências .....</b>	<b>61</b>

## 1. Introdução geral

A alimentação é o componente mais dispendioso do sistema de produção animal, sendo o principal responsável pela eficiência produtiva. Para elevar os índices zootécnicos do rebanho, além dos investimentos com boa genética, torna-se necessário adotar práticas adequadas de manejo sanitário e nutricional.

Nutrir adequadamente um animal significa fornecer-lhe todos os nutrientes em quantidade e proporção adequadas para atender às suas necessidades, por meio de uma ração sem fatores tóxicos e com menor custo possível (RIBEIRO, 1997). Portanto, para alimentar corretamente uma determinada espécie torna-se necessário o conhecimento de suas exigências nutricionais.

No Brasil, não existem tabelas e normas de exigências nutricionais desenvolvidas para ovinos, portanto, tem se formulado dietas para estes animais com base em comitês de alimentação internacionais, tais como: o National Research Council (NRC, 1985; 2007); o Institut National de la Recherche Agronomique (INRA, 1988; 2007); o Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO, 1990; 2007) e o Agricultural and Food Research Council (AFRC, 1993). Contudo, as informações destes comitês foram realizadas em países com animais de diferentes raças e cruzamentos do Brasil, além de que as pesquisas com exigência de minerais ainda são escassas.

Em especial a região semiárida do Brasil que possui em seu rebanho ovino a maior parte de animais sem padrão racial definido, e muitas vezes períodos de restrição alimentar, pouco se conhece sobre a quantidade e proporções adequadas de nutrientes para atender o desenvolvimento desses animais. Portanto o conhecimento da exigência de minerais destes é de fundamental importância para a formulação adequada das dietas, sendo também importante averiguar se existem distinções de exigência de nutrientes entre classes sexuais.

A estimativa das exigências de minerais exige o conhecimento da composição química do corpo e do ganho em peso. Entre outros fatores, a composição corporal varia em função do sexo, ambiente, alimentação disponível, fase produtiva e raça.

Para a determinação da composição corporal são empregados dois métodos, o direto e o indireto. O método direto consiste na separação e dissecação de todas as partes do corpo do animal (músculo, gordura e ossos), sendo realizada a determinação dos constituintes físicos e químicos. Já nos métodos indiretos a composição é determinada por equações, tanto do corpo, quanto das carcaças dos animais (MARCONDES et al., 2010).

A determinação da composição corporal a partir de partes do corpo é realizada por meio de regressões entre os componentes químicos do corpo vazio em função dos mesmos componentes no corte com a finalidade de reduzir custos de obtenção de dados. Teixeira (2004) trabalhou com F1 Boer x Saanen, e sugeriu o uso do pescoço para prever a composição corporal de caprinos, por apresentar boa precisão e não danificar a carcaça.

Diante do que foi exposto, observa-se a necessidade de realizar pesquisas para estimar as exigências de minerais de ovinos nas condições climáticas e de manejo do semiárido brasileiro, uma vez que as deficiências minerais podem provocar baixa fertilidade, desenvolvimento lento, menor rendimento de carcaça, pouca produção de leite entre outros prejuízos. Além disso, os minerais são fundamentais para a manutenção do organismo animal, já que os mesmos são integrantes e reguladores enzimáticos de inúmeras reações orgânicas (MENDES et al., 2010).

## **2.Hipótese**

Existe alta correlação entre a composição do corpo vazio e a composição do pescoço de pequenos ruminantes (TEIXEIRA, 2004) e que as exigências de macrominerais dos comitês internacionais devem ser utilizadas com restrições uma vez as recomendações destes comitês foram feitas com raças diferentes e condições climáticas diferentes dos animais criados no semiárido nordestino (GERASEEV et al. 2000).

## **3. Objetivos**

Avaliar a correlação da composição corporal com o pescoço e a área de lombo;

Desenvolver equações de regressão para a predição da composição corporal a partir da AOL e da composição do pescoço;

Estimar a exigência de macromineral em ovinos sem padrão racial definido em diferentes classes sexuais.

#### **4. Revisão de literatura**

##### **4.1. Estimativa da composição corporal em pequenos ruminantes**

A determinação da composição química do corpo e do ganho em peso é o primeiro passo para a determinação das exigências nutricionais de uma categoria animal (VALADARES FILHO et al., 2010), uma vez que a determinação das exigências para ganho em peso, considera-se a variação da composição corporal, em função do aumento de peso dos animais.

O corpo animal é composto basicamente por água, proteína, gordura e minerais. À medida que a maturidade avança, ocorre aumento na proporção de gordura e conseqüentemente, decréscimo nas concentrações de água, proteína e minerais (AFRC, 1993). Alguns fatores podem influenciar a composição corporal, tais como: condição fisiológica (crescimento, gestação ou lactação), sexo, genótipo, nível nutricional, peso corporal e idade (ARC, 1980).

A diferença mais óbvia entre diferentes genótipos é o tamanho à maturidade (WEBSTER, 1986; TEIXEIRA, 2004; FIGUEIREDO, 2011). Animais de grande porte apresentam maior peso à maturidade e a fase de acúmulo rápido de gordura ocorre a um peso mais elevado. Comparando animais de portes diferentes a um mesmo peso, o de maior porte não será tão maduro como o de menor tamanho e terá menor acúmulo de gordura (ALMEIDA et al., 2001; FIGUEIREDO, 2011).

Em ovinos, outra característica que pode afetar a composição corporal é a presença ou não de lã, pois, geralmente, animais lanados apresentam maior e menor deposição de gordura e água, respectivamente, em comparação aos deslanados (RESENDE et al., 2005).

A composição corporal também pode ser influenciada pela classe sexual. Observa-se que as fêmeas depositam mais gordura e menos água e proteína no corpo em comparação aos machos castrados e inteiros (KEMP et al., 1976; FERRELL et al., 1979; RODRÍGUEZ, et al., 2008). Esta diferença é atribuída aos

distintos pesos de maturidade corporal, uma vez que os machos inteiros apresentam maior peso de maturidade corporal, comparados às fêmeas do mesmo genótipo e idade (BUTTERFIELD, 1988).

No estudo da composição corporal são empregados os métodos diretos e indiretos. Para a determinação da composição química do corpo vazio pelo método direto é necessário à moagem e análise química de todos os tecidos corporais, o que para rotina experimental torna-se muito trabalhoso e de alto custo, pois, além de só permitir uma avaliação por animal, necessitando uma infraestrutura adequada para sua realização, principalmente quando se trata de animais de grande porte (TEIXEIRA, 2004).

O método direto tem sido utilizado no Brasil por alguns pesquisadores, utilizando o corpo inteiro (RESENDE, 1989; RIBEIRO, 1995; TRINDADE, 2000; SILVA, 2000) ou partes do corpo, onde é retirada uma amostra para as análises laboratoriais e a composição é extrapolada para o corpo inteiro (GREINER et al., 2003; BONILHA, et al., 2011; MARCONDES et al., 2012); nestes casos os corpos são separados nas seguintes partes:  $\frac{1}{2}$  carcaça; cabeça e patas; couro; sangue, vísceras (retículo-rúmen, omaso-abomaso e intestinos) e outros órgãos (traqueia, pulmão, pâncreas, esôfago, coração, baço, fígado, rins, rabo e órgãos reprodutivos); costelas; paleta; perna; pescoço e lombo. No entanto, as frações carcaça, cabeça, patas e couro, normalmente são moídos e uma das metades, esquerda ou direita, desde que seja a mesma metade para todas as frações; a cabeça no caso é serrada ao meio (ALLEONI et al., 1997; HENRIQUE et al., 2003).

O método do abate comparativo desenvolvido por Lofgreen e Garret (1968) é o principal método direto utilizado para determinar a composição do ganho de peso corporal, no qual os animais são divididos em dois grupos, em que um deles é abatido no início do experimento (grupo referência), sendo a composição corporal deste utilizada para estimar a composição corporal inicial do grupo abatido no final. A partir da diferença entre a composição corporal final e inicial é determinada a composição corporal do ganho. O método direto tem sido apontado como a forma mais precisa e confiável de avaliar a composição corporal, (ARC 1980).

Os métodos indiretos são realizados por meio de parâmetros que envolvem a predição da composição do corpo, da carcaça e de outras partes (MARCONDES et al., 2010). Dentre os métodos indiretos utilizados, destacam-se a gravidade específica, água tritiada, diluição de ureia, a ultrassonografia (REZENDE et al.,

2005), e a composição da seção da 9<sup>a</sup> a 11<sup>a</sup> costelas (HANKINS & HOWE, 1946, ALLEONI et al., 1997).

A determinação da composição corporal utilizando de partes do corpo tem se mostrado eficiente. A área de olho de lombo (AOL), cuja medida é feita entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas, tem sido amplamente aceita e utilizada como indicadores da composição da carcaça, por esta relacionada com a musculosidade do animal e a espessura de gordura, demonstrando correlação positiva com a composição do corpo vazio (LUCHIARI FILHO, 2000). Cartaxo et al. (2011) em ensaio com cordeiros de diferentes genótipos, relataram altos coeficientes de correlação (0,85 e 0,73), da área de olho-de-lombo na carcaça com a musculosidade ajustada para 100 kg de peso vivo e da musculosidade com base no peso de carcaça fria, respectivamente.

Ferreira et al. (2001) em ensaio com bovinos mestiços F1 Simental x Nelore, utilizando os cortes da 9<sup>a</sup> a 11<sup>a</sup> costelas, observaram que as porcentagens de cálcio, fósforo, potássio, e sódio no corpo vazio, em função das porcentagens de cálcio, fósforo, potássio, e sódio na seção 9<sup>a</sup>, 10<sup>a</sup> e 11<sup>a</sup> costelas, obtiveram altos coeficientes de correlação de  $r^2$  0,96;  $r^2$  0,97;  $r^2$  0,98;  $r^2$  0,98, respectivamente. Marcondes et al. (2012) afirmam que a composição física e química da carcaça de bovinos Nelore puro pode ser estimada pela 9 e 11<sup>a</sup>, mas equações específicas devem ser desenvolvidas para diferentes grupos de animais.

Entretanto, para a obtenção da seção da costela ocorre depreciação da carcaça, causando prejuízo econômico. Desta forma, é preferível que partes do corpo que tenham menor valor comercial possam ser utilizadas para prever a composição corporal. Neste sentido, o pescoço, que é um corte menos comercializável, apresenta-se como uma boa alternativa para a predição da composição do corpo.

Medeiros (2001) observou que o pescoço apresentou médias de matéria seca, proteína e gordura semelhantes às do corpo vazio, e que as regressões de predição da composição corporal a partir da composição do pescoço foram significativas. Teixeira (2004) recomendou a utilização da composição química do pescoço como método indireto para estimativa da composição corporal.

Na literatura disponível e consultada, não foram encontrados trabalhos avaliando a utilização de métodos indiretos para estimar a composição corporal de cordeiros de diferentes classes sexual.

## 4.2 Exigências nutricionais em minerais

Os elementos minerais são dieteticamente essenciais para todos os animais e tem influência direta sobre a eficiência na produção. Aproximadamente, 5% do peso vivo de um animal consistem de mineral. Pelo menos, 16 elementos minerais são reconhecidos como nutricionalmente essenciais para os ruminantes, dentre os quais existem sete macrominerais, cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), cloro (Cl), magnésio (Mg) e enxofre (S), e nove microminerais, cobalto (Co), cobre (Cu), iodo (I), Ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), selênio (Se), zinco (Zn) e flúor ( F ) (SUTTLE, 2010).

Os minerais são utilizados para desenvolver importantes funções no organismo animal, muitos são encontrados em quantidades suficientes em dietas tipicamente consumidas por pequenos ruminantes e quando não são supridos em quantidade suficiente devem ser suplementados para aperfeiçoar o desempenho e a saúde dos animais. A toxidade é um problema com alguns minerais. Portanto, faz-se necessário identificar as exigências em minerais.

As exigências de minerais para ruminantes são calculadas na maioria das vezes pelo método fatorial, proposto pelo ARC (1980). Esse método consiste no conhecimento das quantidades líquidas depositadas no corpo do animal, para atender às exigências líquidas de crescimento e produção, sendo acrescidas a estas as quantidades necessárias para atender às perdas inevitáveis do corpo, ou seja, às secreções endógenas, que são conhecidas como exigências líquidas de manutenção. A soma das frações de manutenção e produção constitui a exigência líquida total, a qual, corrigida por um coeficiente da absorção do elemento inorgânico no aparelho digestivo do animal, vai resultar na exigência dietética do mineral. Para se determinar as exigências líquidas para crescimento e engorda, há necessidade de se avaliar a deposição do mineral no corpo do animal com diferentes idades e pesos. Esta avaliação, geralmente, é feita com o abate do animal e a análise dos minerais presentes na carcaça. As exigências líquidas de manutenção correspondem às secreções endógenas do corpo, sendo sua determinação baseada nas relações entre os minerais ingeridos e os minerais excretados (COELHO DA SILVA, 1995).

Essa retenção de minerais no corpo depende, obviamente, da composição do ganho, sendo que maiores deposições de gordura estão associadas a menores

deposições de minerais, visto que o conteúdo de minerais no tecido adiposo é inferior ao conteúdo nos demais tecidos. Portanto, os mesmos fatores que afetam a deposição de gordura no ganho também afetarão o depósito de minerais, destacando-se o sexo, o grupo genético, a idade e o peso (ARC, 1980).

Em relação a influência do sexo sobre as exigências de minerais, esta pode ser atribuída a diferença de idade de maturidade corporal, uma vez que, as fêmeas são mais precoces na deposição de gordura em comparação aos machos (ARC, 1980). Paulino et al. (2009) observaram maior conteúdo de minerais em bovinos machos não castrados e castrados em relação as fêmeas, sendo essa diferença atribuída a maior deposição óssea e a menor deposição de gordura nos machos. Estudos com bovinos têm apresentado resultados variáveis em relação a influência da condição sexual sobre as exigências de minerais para ganho (FONTES, 1995; CHIZZOTTI et al., 2009; GIONBELLI et al., 2010). Sendo assim, os principais sistemas de alimentação não apresentam especificidades para calcular as exigências de minerais para ganho entre as condições sexuais (CSIRO, 2007; NRC, 2007).

Segundo McDowell (1992), o Ca e o P constituem 70% dos minerais e estão presentes nos ossos e dentes. O Ca é essencial para a formação do esqueleto, da coagulação do sangue, da contração muscular, manutenção da excitabilidade neuromuscular normal, ativação de enzimas e manutenção da permeabilidade das membranas.

Com o avanço da idade, em consequência do menor crescimento ósseo e do maior tamanho do corpo, reduz-se a necessidade de Ca e aumenta-se a de P, segundo mineral mais abundante no organismo animal, com 80 a 85% presentes nos ossos e dentes, e o restante distribuído em tecidos moles (THOMPSON & WERNER, 1976). Nos tecidos moles, concentra-se, principalmente, nas células vermelhas do sangue, músculos e tecidos nervosos, além de ser essencial para a ação dos microrganismos do rúmen.

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. O NRC (2007) recomenda para machos em crescimento de 20 kg de peso vivo (PV) e ganho médio diário de 100g/dia teores de 2,3g/dia de Ca e 1,5g/dia P.

O Mg está diretamente associado ao Ca e ao P, tanto na distribuição como no seu metabolismo. Cerca de 60% do Mg está contido no tecido esquelético, sendo importante para a integridade dos ossos e dentes e dos tecidos moles. O Mg está envolvido no metabolismo dos carboidratos e lipídios, funcionando como catalisador de vários sistemas enzimáticos, sendo requerido na oxidação celular e exerce grande influência na atividade neuromuscular (SUTTLE, 2010).

O K é o terceiro elemento mineral mais abundante no corpo animal com cerca de  $3,0 \text{ g kg}^{-1}$  de peso vivo (PV), à frente do sódio a  $1,2 \text{ g kg}^{-1}$  PV, as maiores concentrações de K são encontrados em músculo, aproximadamente  $4 \text{ g kg}^{-1}$  (ARC, 1980). O K contribui inevitavelmente para a regulação de equilíbrio ácido-base e participa da respiração através da mudança de cloreto. A maioria das forragens tem concentrações variáveis de K, nos carboidratos são geralmente baixos em K ( $3\text{-}5 \text{ g kg}^{-1}$  de MS), mas fontes de proteína geralmente contêm  $10\text{-}20 \text{ g kg}^{-1}$  de MS (SUTTLE, 2010).

O K é absorvido principalmente, no intestino delgado em animais não ruminantes, entrando na corrente sanguínea, em grande parte através de canais na membrana basolateral da mucosa do intestino, a excreção do K se dar principalmente pelos rins. Nos ruminantes, o K é absorvido no rúmen e é excretado pelos rins e pelo suor. Essas perdas podem aumentar com as condições ambientais a qual o animal está submetido. Grandes quantidades de K são reciclados para o rúmen através a secreção de saliva, que contém normalmente cerca de  $7 \text{ mmol}$  (SUTTLE, 2010).

Na e Cl são estudados juntos por causa de seu metabolismo, esses dois minerais têm a função de manterem a pressão osmótica e regular o equilíbrio ácido-base, além de funcionarem como eletrólitos nos fluidos do corpo e estão envolvidos especificamente, a nível celular, no metabolismo da água, na absorção de nutrientes e na transmissão de impulsos nervosos. Cloro é necessário na ativação da amilase e é essencial na formação do ácido hidrocloreídrico do suco gástrico. A principal forma de consumo de Na é a traves do sal, sendo que este contribui para a aceitabilidade dos alimentos pelos animais, mas a adição de sal a uma alimentação repleta com o sódio pode diminuir o consumo de ração e pode ser utilizado para restringir a ingestão de alimentos em ruminantes (SUTTLE, 2010).

A absorção do Na e Cl em ovinos de dar principalmente no intestino grosso, a partir do lúmen intestinal é conseguida mediante a absorção de glucose e de aminoácidos através de co-transportadores e também por troca com íons de hidrogênio ( $H^+$ ) e o Cl a partir de secreções gástricas dietéticos e endógenos e também por troca outro ânion,  $HCO^{-3}$ . A deficiência prolongada destes minerais causa perda de apetite, crescimento retardado, decréscimo na produção de leite e perda de peso.

O ARC (1980) preconiza valores de exigência para ganho de 100 g de 0,12; 0,13 e 0,2 g/dia de Na, Mg e K, respectivamente para animais de 20 kg de PV. O NRC (2007) preconiza valores de exigência para ganho médio diário de 100 g, de 0,41 g/dia de Na, 0,6g/dia de Mg e 2,9/dia de K para animais em crescimento de 20 kg de PV.

Geraseev et al., (2000) encontraram em cordeiros Santa Inês, no Sul de Minas Gerais as exigências líquidas por kg de ganho de peso vivo de 15 aos 25 kg, de 0,515 e 0,503 g para Mg; 2,408 e 2,294 g para K; e 1,315 e 1,177 g para Na, respectivamente. Baião et al. (2004) relataram que em cordeiros Santa Inês (SI) e seus cruzamentos com Bregamácia (BE), Ile de France (FI) e Texel (TE) dos 15, aos 45 kg, em ensaio no Sul de Minas Gerais, a exigência líquida estimada foram de 0,40 g e 0,35 g de Mg/kg de PV para animais puros Santa Inês e 0,38 g e 0,33 g de Mg/kg de PV para os demais animais, respectivamente. As exigências líquidas de K e Na foram de 1,30 g e 1,06 g de K/kg de PV, 0,99 g e 0,75 g de Na/kg de PV para animais IF X SI e 1,37 g e 1,07 g de K/kg de PV e 1,03 g e 0,78 g de Na/kg de PV para os demais animais.

Estes resultados estão coerentes ao NRC (2007) que determina que as exigências de minerais variem com a maturidade. Os valores de Mg, Na e K relatados por Geraseev et al. (2000) foram superiores aos de Baião et al. (2004), este comportamento pode esta relacionada ao peso, pois Baião et al (2004) trabalharam com animais de 15 aos 45kg de PV, conseqüentemente tenham maiores teores de gordura corporal uma vez que a gordura apresenta teor reduzido de minerais.

O S é uma parte integrante da maioria das proteínas dos tecidos, que compreende 0,5 a 2,0%, sendo componente de dois aminoácidos importantes, metionina e cistina. Além disso, ele faz parte das vitaminas tiamina e biotina e dos

polissacarídeos sulfatados, incluindo condroitina, que é o principal componente da cartilagem, osso, tendões e paredes dos vasos sanguíneos ( SUTTLE, 2010).

O NRC (2007) preconiza valores de exigência para ganho médio diário de 100 g, de 1,11g/dia de S para ovinos em crescimento com 20 kg de PV.

As variações nas exigências de minerais observadas nestes ensaios realizados no Brasil e os comitês internacionais (ARC, AFRC e NRC) pode esta relacionada as condições em que os experimentos foram realizados, uma vez esta a exigência pode ser influenciada pela idade do animal, raça, grupo genético, sexo, manejo alimentar e condições climáticas. Portanto, as recomendações destes comitês devem ser utilizados com certa cautela, uma vez que estes resultados foram obtidos a partir de diferentes genótipos.

O conhecimento das exigências de minerais dos animais é de suma importância, pois, o excesso de minerais pode dificultar a absorção ou interagir no metabolismo de outros, causando perdas produtivas e alterações reprodutivas dos rebanhos (MENDES et al., 2010). Além disso, a determinação das exigências de minerais tem por objetivo a redução dos níveis desses elementos na dieta, contribuindo com a redução dos custos de produção e com a excreção de elementos inorgânicos no meio ambiente (MENDONÇA JÚNIOR et al., 2011).

Na literatura foram encontrados poucos estudos realizados no Brasil sobre as exigências para ganho de peso de macrominerais (GERESEEV et al., 2000; PÉREZ et al., 2001) em ovinos da raça Santa Inês e ( BAIÃO et al., 2003) cordeiros puros Santa Inês e seus cruzamentos com Bergamácia, Ile de France e Texel. Além disso, não foram realizados estudos sobre as exigências de macrominerais de cordeiros de diferentes classes sexuais e sem padrão racial definido, que representam a maior parte do rebanho de ovinos do Nordeste brasileiro.

## REFERÊNCIAS

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminant livestock.** London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980, 351 p.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and Protein requirements of ruminants.** London: 1993. 175 p.

ALLEONI, G.F.; LEME, P.R.; BOIN, C. et al. Métodos indiretos para estimar a composição química da carcaça de novilhos nelore. 1. Gravidade específica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.317-319, 1997.

ALMEIDA, M.I.V. et al. Conteúdo corporal e exigências líquidas e dietéticas de macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de novilhos mestiços Holandês-Gir em ganho compensatório. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, n.3, p.849-857, 2001.

BAIÃO, E.A.M. 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.

BAIÃO, E.A.M., et al. Composição corporal e exigências nutricionais de magnésio, potássio e sódio de cordeiros Santa Inês e seus cruzamentos com Bergamácia, Ile de France e Texel dos 15 aos 45 kg de peso vivo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 1, p. 156-166, 2004.

BONILHA, S.F.M. et al., Chemical composition of whole body and carcass of *Bos indicus* and tropically adapted *Bos Taurus* breeds. **Journal of Animal Science**, v.89, p.2859-2866, 2011.

BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of sheep growth.** University of Sidney, Netley. [S.N], 1988.

CARTAXO, F.Q. et al. Características de carcaça determinadas por ultrassonografia em tempo real e pós-abate de cordeiros terminados em confinamento com diferentes níveis de energia na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.1, p.160-167, 2011.

COELHO DA SILVA, J.F. Exigência de macroelementos inorgânicos para bovinos: o sistema ARC/AFRC e a experiência no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG:UFV, 1995, p.468-504.

CHIZZOTTI, M.L. et al. Net requirements of calcium, magnesium, sodium, phosphorus, and potassium for growth of Nellore X Red Angus bulls, steers, and heifers. **Livestock Science**, v.124, n.1, p.242-247, 2009.

FERREIRA, M.A. et al. Predição da Composição Corporal por Intermédio de Método Indireto. **Revista Brasileira zootecnia**, v.30, p. 242-246, 2001.

FERRELL, C.L., CROUSE, J.D., FIELD, R.A., CHANT, J.L. Effect of sex, diet and stage of growth upon energy utilization by lambs. **Journal of Animal Science**, v. 49, p. 790-801, 1979.

FIGUEIREDO, F.O.M. **Exigências nutricionais de cabritas Saanen em Crescimento dos 30 aos 45 kg**. 2011,101f. Dissertação (Mestrado em zootecnia).Universidade Estadual paulista, Faculdade de ciências agrária e veterinária, Jaboticabal, 2011.

FONTES, C.A.A. Body composition, net requirements of protein, energy and minerals for weight gain and productive performance of Zebu and European-Zebu cattle.Experimental results. In: Proceedings of International Symposium on the Nutritional Requirements of Ruminants, 1995, Viçosa, MG, Brazil. **Anais**.Viçosa, MG, Brazil:JARD. 1995. p.265-299.

GERASEEV, L. C.et al. Composição corporal e exigências nutricionais em cálcio e fósforo para ganho e manutenção de cordeiros Santa Inês dos 15 kg aos 25 kg de peso vivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.261-268, 2000.

GIONBELLI, M.P.; MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Exigências nutricionais de minerais para bovinos de corte. In: VALADARES FILHO, S. C.; MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. L. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados (BR – CORTE)**. 2. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2010. Cap. 7. p.135-174.

GREINER, S.P.et al. The relationship between ultrasound measurements and carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. **American Society of Animal Science**. v. 81, p.676–682, 2003.

HANKINS, O. G.; HOWE, P. E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. Washington: USDA, Technical Bulletin, n.926, 1946.

HENRIQUE, W., et al. Estimativa da composição química corporal de tourinhos Santa Gertrudes a partir da composição química e física das 9-10-11ª costelas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 709-726, 2003.

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE – INRA. **Alimentation des bovins ovins et caprins**. Paris:p.471,1988.

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE - INRA. **Alimentation des bovins, ovins et caprins. Besoins animaux. Valeurs desaliments**.Versailles:p.310, 2007.

KEMP, J. D. et al. Effect of dietary protein, slaughter weight and sex on carcass composition, organoleptic properties and cooking losses of lamb. **Journal of Animal Science**, v.42, n.3, p.575-583, 1976.

LOFGREEN, G. P.; GARRETT, W. N.A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 27, n. 3, p. 793-806. 1968.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo: [S.N], 2000.134p.

MARCONDES, M.I., GIONBELLI, M.P., VALADARES FILHO, S.C., 2010. Exigências nutricionais de proteína para bovinos de corte, in: Valadares Filho, S.C., MARCONDES, M.I., CHIZZOTTI, M.L., PAULINO, P.V.R. (Eds.), **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados (BR – CORTE)**, second ed. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, p.113-133.

MARCONDES, M.I., TEDESCHI, L.O., VALADARES FILHO, S.C., CHIZZOTTI, M.L. Prediction of physical and chemical body compositions of purebred and crossbred Nelore cattle using the composition of a rib section. **Journal of Animal Science** 90, p.1280-1290, 2012.

MENDES, R.S. et al. Exigência líquida de zinco, cobre e ferro para cordeiros em pastejo no semiárido. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 32, n. 3, p. 279-284, 2010.

MENDONÇA JÚNIOR, A.F. et al. Minerais: importância de uso na dieta de ruminantes. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.7, n.1, p.1-13, 2011.

MEDEIROS, A. N. **Composição corporal e exigências nutricionais em proteína e energia para caprinos Saanen na fase inicial de crescimento**.2001.106p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

MCDOWELL, L.R. **Minerals in Animal and Human Nutrition**, London: Academic Press, 1992. 524 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of domestic animals: nutrient requirements of sheep**. Washington: 1985. 99p.

\_\_\_\_\_ NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. Washington: 2007. 362p.

PAULINO, P.V.R. et al. Deposição de tecidos e componentes químicos corporais em bovinos Nelore de diferentes classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2516-2524, 2009.

PÉREZ, J.R.O. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de cálcio e fósforo de cordeiros Santa Inês em crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.5, p.815-822, 2001.

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.; FERNANDES, M. H. M. R. ; TEIXEIRA, I. A. M. A. Exigências nutricionais de caprinos e ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. **Anais**. Goiânia: SBZ: Universidade Federal de Goiás, 2005. p. 114-135.

RIBEIRO, S. D. A. **Composição corporal e exigências em energia, proteína e macrominerais de caprinos mestiços em fase inicial de crescimento**. 1995. 100 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1995.

RODRÍGUEZ, A. et al. Effect of sex and feeding system on feed intake, growth, and meat and carcass characteristics of fattening Assaf lambs. **Livestock Science**, v. 116, p. 118-125, 2008.

SILVA, A. M. A. **Exigências de energia e proteína, composição corporal e digestibilidade de nutrientes em ovinos**. 2000. 93 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

SUTTE, N.F. et al. **Mineral Nutrition of Livestock**. 4.ed. United Kingdom – UK: [S.N], p.578, 2010.

TEIXEIRA, I. A. M. A. **Métodos de estimativa de composição corporal e exigências nutricionais de cabritos F1 Boer x Saanen**. 2004. 92 f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2004.

THOMPSON, D.J.; WERNER, J.C. Cálcio, fósforo e flúor na nutrição animal. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO SOBRE PESQUISA EM NUTRIÇÃO MINERAL DE RUMINANTES EM PASTAGENS, 1976, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, UFV, ESAL, EPAMIG, 1976. p.1-10.

TRINDADE, I. A. C. M. **Composição corporal e exigências nutricionais em macrominerais de ovinos lanados e deslanados, em crescimento**. 2000. 66 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados: BR-CORTE**. 2.ed. Viçosa, MG: [S.N], 2010. 193p.

WEBSTER, A. J. F. **Factors affecting the body composition of growing and adult animals**. Proc. Nutr. Soc., London, v. 45, n. 1, p. 45-53, 1986.

## 5. ARTIGO 1

**Métodos indiretos de predição da composição corporal de ovinos de diferentes classes sexuais**

Ivonete Ferreira da Silva<sup>a</sup>, Rafael Torres de Souza Rodrigues<sup>b</sup>, Mário Adriano Ávila Queiroz<sup>a\*</sup>, Mario Luiz Chizzotti<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, Petrolina - PE, 56300-990, Brasil

<sup>b</sup> Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras - MG, 37200-000, Brasil

<sup>c</sup>Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa- MG, 36570-900, Brasil

\*Autor para correspondência: e-mail: [mario.queiroz@univasf.edu.br](mailto:mario.queiroz@univasf.edu.br). Colegiado de Ciência Animal, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina - PE, 56300-900, Brasil

**Resumo** - Avaliou-se a correlação entre a composição corporal de ovinos sem padrão racial definido (SPRD) obtida pelo método de abate comparativo com a composição do pescoço e área de olho de lombo (AOL). Equações de regressão foram desenvolvidas para a predição da composição corporal a partir da AOL e da composição do pescoço. Quarenta e cinco cordeiros (machos inteiros, castrados e fêmeas) foram submetidos a delineamento inteiramente casualizado a três níveis de alimentação: alimentação à vontade e restrição de 70 ou 80% do consumo à vontade, em cinco repetições por tratamento. A AOL foi determinada diretamente na carcaça mediante a demarcação do corte transversal do músculo *Longissimus*. A AOL e a composição do pescoço apresentaram correlação positiva com os valores de carne, proteína bruta, extrato etéreo e água no corpo vazio para todas as classes sexuais. Os machos inteiros apresentaram maiores valores de correlações da AOL com a composição tecidual e química do corpo vazio e maiores valores de R<sup>2</sup> das suas equações de predição em relação às outras classes sexuais. Conclui-se que é possível utilizar o pescoço e AOL para estimar composição corporal de ovinos SPRD machos inteiros e castrados. A equação de predição de água no PCVZ a partir do pescoço diferiu entre classes sexuais.

Palavra-chave: área de olho de lombo; cordeiros; composição química; pescoço.

**Abstract:** The present study assessed the correlation of the body composition of non-descript breed lambs (NDB) obtained by the comparative slaughter method with the composition of the neck and the Rib eye area (REA). Regression equations were developed to predict body composition from the REA and from the composition of the neck. Forty five lambs (intact males, castrated males and females) were randomly assigned to three feeding levels: *ad libitum* feeding, and restricted fed at 70% and 80% of *ad libitum* consumption, with five replicates per treatment. The REA was determined directly in the carcass by a cross section of the *Longissimus dorsi* muscle. The REA and the composition of the neck were positively correlated with the amount of meat, crude protein, ether extract and water in the empty body for all sexual classes. Intact males had greater correlation values of REA with physical and chemical composition of the empty body and greater R<sup>2</sup> for the prediction equations than the other sexual classes. The neck composition and REA can be used to estimate body composition of intact and castrated males of NDB lambs. The equation to predict the amount of water in the EBW from the composition of the neck was different between sexual classes.

Key-words: rib eye area; lambs; chemical composition; neck.

## Introdução

A análise de composição corporal é necessária para determinação das exigências nutricionais e avaliação do ponto de abate dos animais, podendo ser realizada por métodos diretos e indiretos. O método direto é realizado por meio da técnica do abate comparativo, sendo considerado o mais preciso em estimar a composição corporal, porém, este método exige o processamento e análise química de todos os componentes corporais, além de causar perda de pelo menos metade da carcaça, dificultando a sua realização, pois, requer muita mão de obra, tempo e recursos financeiros. Diante disto, foram desenvolvidos métodos indiretos para estimar a composição corporal dos animais, entre os quais, se destacam a análise da composição de cortes e medidas de carcaça que são correlacionadas

com a composição corporal, que é estimada por meio de equações de regressão (BONILHA et al., 2011).

O principal corte utilizado na predição da composição corporal tem sido a seção da 9ª a 11ª costelas (MARCONDES et al., 2012). Por outro lado, em função das costelas representarem um corte de elevado valor comercial, a sua utilização para a predição da composição corporal causa prejuízos. Desta forma, tem se estudado outros cortes para a predição da composição corporal com menor valor financeiro. Field et al. (1963) relataram que os valores de carne, gordura e ossos da carcaça apresentaram razoável correlação com a composição tecidual do pescoço. Além disso, o uso do pescoço para predizer a composição corporal de caprinos foi sugerido por Teixeira (2004) por apresentar boa precisão e causar poucos danos à carcaça.

A área do corte transversal do músculo *Longissimus dorsi*, entre a 12ª e 13ª vértebras torácicas, também conhecida como a área de olho de lombo (AOL) é muito utilizada para estimar a deposição muscular (MCMANUS et al., 2013), que correlacionada com o conteúdo de proteína e água na carcaça. Desta forma, a AOL apresenta potencial de ser utilizada na predição da composição corporal, principalmente, dos animais abatidos e comercializados no Brasil, onde o corte da carcaça nesta região do músculo *Longissimus dorsi* é comum para a obtenção do lombo de ovinos, sem desta forma, causar danos a sua comercialização.

Em função de diferenças na idade de maturidade fisiológica, a composição corporal pode ser afetada pela raça e classe sexual dos animais (NRC, 2007). Neste contexto, os métodos indiretos de predição da composição corporal devem ser avaliados em diferentes raças e classes sexuais. Contudo, estudos para desenvolver métodos indiretos de predição da composição corporal com ovinos de diferentes classes sexuais são escassos (HORGAN et al., 1995). Além disso, na literatura não foram encontrados estudos sobre métodos indiretos de predição da composição corporal de ovinos deslanados sem padrão racial definido (SPRD), que representam a maior parte do rebanho ovino da região do semiárido brasileiro. Desta forma, objetivou-se avaliar a correlação entre a composição corporal de ovinos em diferentes classes sexuais, obtida pelo método de abate comparativo, com a composição do pescoço e a AOL. Além disso, também desenvolver equações de regressão para a predição da composição corporal a partir da AOL e da composição do pescoço.

## Material e métodos

Os procedimentos experimentais realizados com os animais foram aprovados pelo comitê de bioética e experimentação animal da Universidade Federal do Vale do São Francisco (0010/040713). Foram utilizados 45 cordeiros SPRD de três classes sexuais (15 machos inteiros, 15 machos castrados e 15 fêmeas), com peso corporal inicial de  $18,1 \pm 0,4$  kg e cinco meses de idade média. Os animais foram pesados, identificados e tratados contra ectoparasito e endoparasitas em seguida foram submetidos a um período de 30 dias de adaptação às instalações, onde os mesmo ficaram alojados em baias individuais cobertas, providas de comedouro e bebedouro, e com piso de concreto à dieta experimental, era na forma de ração completa, sendo constituída de capim elefante *in natura* picado (*Pennisetum purpureum*) e concentrado a base de milho moído e farelo de soja (Tabelas 2), com relação volumoso: concentrado de 40:60, sendo ofertada aos animais duas vezes ao dia às 8 e às 15 h. Para os cordeiros do tratamento à vontade foram permitidas sobras de em torno de 20%. Os animais tiveram acesso à água fresca à vontade.

Os cordeiros de cada classe sexual foram distribuídos em três níveis de alimentação, sendo cinco animais por tratamento. Os diferentes níveis de alimentação objetivaram proporcionar diferentes balanços energéticos aos animais, uma vez que os cordeiros também foram utilizados em um estudo paralelo para a determinação de suas exigências energéticas e de minerais.

Os níveis de alimentação foram os seguintes: alimentação à vontade; restrição de 70% do consumo à vontade e restrição de 80% do consumo à vontade. A restrição alimentar foi calculada de acordo com o consumo observado na última semana do período de adaptação e a quantidade fornecida foi ajustada em função do peso corporal dos animais.

**Tabela 1.** Ingredientes e composição da dieta

Ingredientes na dieta	g/kg Matéria seca
Capim elefante	400
Milho moído	286
Farelo de soja	295
Cloreto de sódio	05
Premix comercial <sup>a</sup>	11
Ureia	3
<b>Nutrientes da dieta</b>	
Matéria seca	638
Matéria orgânica	927
Matéria mineral	73
Proteína bruta	179
Extrato etéreo	29
Fibra em detergente neutro	379
Carboidratos não fibrosos	339
Energia digestível, Mcal kg <sup>-1</sup> MS <sup>b</sup>	2,4
Energia metabolizável, Mcal kg <sup>-1</sup> MS <sup>b</sup>	1,9

<sup>a</sup>Contém 240 g kg<sup>-1</sup> de Ca; 71 g/kg de P; 28,2 g kg<sup>-1</sup> de K; 20 g kg<sup>-1</sup> de S; 20 g kg<sup>-1</sup> de Mg; 30 mg kg<sup>-1</sup> de Co; 400 mg kg<sup>-1</sup> de Cu; 250 mg kg<sup>-1</sup> de Fe; 1.350 mg kg<sup>-1</sup> de Mn; 15 mg kg<sup>-1</sup> de Se; 1.700 mg kg<sup>-1</sup> de Zn; 40 mg kg<sup>-1</sup> de I; 10 mg kg<sup>-1</sup> de Cr; 710 mg kg<sup>-1</sup> de F; 135.000 UI kg<sup>-1</sup> de vitamina A; 68.000 UI kg<sup>-1</sup> de vitamina D3 e 450 UI kg<sup>-1</sup> de vitamina E; <sup>b</sup>Médias de energia digestível e energia metabolizável no nível de alimentação à vontade calculadas de acordo com o NRC (2001) e o NRC (1996), respectivamente.

Os cordeiros foram confinados por 58 dias após o período de adaptação e foram pesados a cada 29 dias, para determinação do ganho médio diário (GMD), sendo estes pesados antes da alimentação.

Antes do abate todos os animais foram submetidos a um jejum de sólidos por 16 h, sendo, posteriormente, pesados para se determinar o peso de corpo em jejum (PCJ). O abate ocorreu por insensibilização seguida de sangria, através da secção das artérias carótidas e das veias jugulares, com coleta e pesagem do sangue. Em seguida, realizou-se a esfolagem e evisceração.

O trato gastrintestinal (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso) de cada animal foi esvaziado, lavado e pesado. Os pesos do coração, pulmões, fígado, baço, rins, gordura interna, carne industrial, mesentério, cauda e aparas (esôfago, traqueia e aparelho reprodutor), juntamente com os do trato gastrintestinal, foram somados aos das demais partes do corpo (carcaça, cabeça, couro, pés e sangue) para determinação do peso de corpo vazio (PCVZ).

A carcaça de cada animal foi dividida em duas meias-carcaças. A meia-carcaça direita foi serrada em partes menores e dissecada, sendo separadas e pesadas as amostras de carne (músculo + gordura + tendões) e ossos. Todos os componentes não carcaça e a carne e os ossos da meia carcaça direita foram moídos em moedor industrial de carne para a retirada de amostras homogêneas de cada constituinte corporal. A pele foi cortada em pequenos pedaços para a coleta de amostras.

As amostras corporais foram acondicionadas em frascos de vidros com capacidade de 200 mL e levadas à estufa a 105 °C por um período de 72 h, para determinação da matéria seca gordurosa (MSG). Posteriormente, as amostras foram submetidas a lavagens sucessivas com éter de petróleo, obtendo-se a matéria seca pré-desengordurada (MSPD). Em seguida, as amostras foram moídas em moinho de bola, para as posteriores determinações de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e cinzas (AOAC, 1990). O valor de gordura corporal total foi calculado por meio da soma da quantidade de EE na MSPD com o valor obtido pela diferença entre a MSG e a MSPD.

A determinação da energia corporal foi calculada a partir dos teores de proteína e gordura e seus respectivos equivalentes calóricos, conforme a equação preconizada pelo ARC (1980): conteúdo energético (Mcal) = 5,6405 x proteína (kg) + 9,3929 x gordura (kg). As composições físicas e química obtida na meia carcaça direita foram extrapoladas para a carcaça inteira por meio da relação de carne e osso sobre o peso da carcaça fria de cada animal.

Na meia-carcaça esquerda foi obtido o corte do pescoço, que foi dissecado, obtendo-se os pesos de osso e carne. Posteriormente, os componentes do pescoço foram moídos e homogeneizados, realizando-se os mesmos procedimentos e determinações laboratoriais descritas anteriormente para as amostras corporais.

A AOL foi determinada diretamente na carcaça, por meio do corte entre a 12° e 13° vértebras torácicas, mediante a demarcação do corte transversal do músculo *Longissimusdorsi*, delineado com o uso de papel transparência e caneta própria. Em seguida, determinou-se a AOL utilizando-se o programa computacional AUTOCAD® (HASHIMOTO et al., 2007).

A análise estatística foi realizada utilizando o programa SAS 9.1 (SAS, 2003). O procedimento PROC CORR foi utilizado para avaliar a correlação entre a AOL e a composição física e química do pescoço com a composição física e química do corpo vazio para cada classe sexual. O procedimento PROC REG foi utilizado para propor as equações de regressão linear de predição da composição corporal por meio da AOL e da composição do pescoço para cada classe sexual. O valor de  $P \leq 0,05$  foi utilizado para determinar a significância das correlações e dos coeficientes das equações de regressão

## **Resultados e discussão**

Não houve efeito da classe sexual para CMS, GMD, PCJ e PESC em kg e nem interação entre a classe sexual e os níveis de alimentação, porém houve efeito entre os níveis de alimentação, os animais do tratamento à vontade tiveram maiores médias entre as variáveis estudadas (tabela 01). Este resultado era esperado devido aos diferentes balanços energéticos que os cordeiros foram submetidos.

**Tabela 2.** Médias e erro padrão das médias (EPM) do consumo de matéria seca (CMS), ganho médio diário (GMD), peso de corpo em jejum final (PCJ), peso do corpo vazio (PCVZ) e peso do pescoço (PESC) de ovinos de diferentes classes sexuais, submetidos à diferentes níveis de alimentação

	Classe sexual			Nível de alimentação			Valor de <i>P</i>			
	MI <sup>a</sup>	MC <sup>b</sup>	F <sup>c</sup>	AL <sup>d</sup>	70 <sup>e</sup>	80 <sup>f</sup>	EPM	S <sup>g</sup>	A <sup>h</sup>	I <sup>i</sup>
CMS, kg dia <sup>1</sup>	0,58	0,60	0,58	1,17	0,35	0,23	0,04	0,71	<0,01	0,82
GMD, kgdia <sup>1</sup>	0,05	0,05	0,06	0,19	0,01	-0,05	0,02	0,66	<0,01	0,65
PCJ, kg	21,3	21,2	20,7	29,2	18,7	15,5	1,19	0,75	<0,01	0,57
PCVZ, kg	19,1	19,2	18,5	26,6	16,3	13,9	0,59	0,76	<0,01	0,51
PESC, kg	0,50	0,38	0,49	0,69	0,38	0,29	0,02	0,94	<0,01	0,72

<sup>a</sup>MI = macho inteiro; <sup>b</sup>MC = macho castrado; <sup>c</sup>F = Fêmea; <sup>d</sup>AL = alimentação à vontade; <sup>e</sup>70= restrição de 70% do consumo AL; <sup>f</sup>80= restrição de 80% do consumo AL; <sup>g</sup>S= efeito de classe sexual; <sup>h</sup>A= efeito de nível de alimentação; <sup>i</sup>I = efeito da interação da classe sexual x nível de alimentação.

A AOL apresentou correlação positiva com o PCVZ e o PCJ, para todas as classes sexuais (Tabela 3).

Os coeficientes das equações que utilizaram a AOL para prever os valores de kg de carne, ossos, PB, EE, água e cinzas não diferiram entre as classes sexuais .

A AOL não apresentou correlação positiva com os valores de ossos e cinzas no corpo vazio para os machos castrados e as fêmeas, respectivamente (Tabela 3). Por outro lado, a AOL apresentou correlação positiva com os valores de carne e PB, EE e água no corpo vazio para todas as classes sexuais (Tabela 3).

Os animais machos inteiros apresentaram maiores valores de correlações da AOL com os valores de carne, osso, PB, EE, cinza e água em relação às outras classes sexuais (Tabela 3). Essa diferença pode ser explicada, provavelmente, pela diferença de deposição muscular entre as classes sexuais, uma vez que machos inteiros apresentam maior conteúdo de massa muscular em comparação as fêmeas e machos castrados, devido ao efeito anabólico da testosterona

(FURUSHU-GARCIA et al., 2004), e a AOL apresenta alta correlação com a deposição muscular e acabamento do animal (CARTAXO & SOUSA et al., 2008).

**Tabela 3.** Coeficientes de correlação entre a área de olho de lombo com o peso de corpo vazio, o peso de corpo em jejum e a composição física e química do corpo vazio em quilogramas (kg)

	PCVZ <sup>b</sup>	PCJ <sup>c</sup>	Carne <sup>d</sup>	Ossos	PB <sup>e</sup>	EE <sup>f</sup>	Cinzas	Água
Macho inteiro								
AOL <sup>a</sup>	0,90	0,88	0,89	0,75	0,89	0,83	0,86	0,90
Valor de <i>P</i>	*	*	*	*	*	*	*	*
Macho castrado								
AOL <sup>a</sup>	0,72	0,73	0,84	0,38	0,78	0,72	0,60	0,68
Valor de <i>P</i>	*	*	*	0,19	*	*	*	*
Fêmea								
AOL <sup>a</sup>	0,61	0,57	0,70	0,73	0,70	0,52	0,37	0,63
Valor de <i>P</i>	*	*	*	*	*	*	0,17	*

<sup>a</sup>AOL= área de olho de lombo determinada por meio do corte entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> vértebras torácicas, mediante a demarcação do corte transversal; <sup>b</sup>PCVZ = peso de corpo vazio; <sup>c</sup>PCJ = peso de corpo em jejum; <sup>d</sup>Carne = músculo + gordura + tendões; <sup>e</sup>PB = proteína bruta; <sup>f</sup>EE = extrato etéreo, \* = Correlação significativa a 5 % de probabilidade

Em relação aos valores de R<sup>2</sup> das equações de predição dos valores de carne e ossos e da composição corporal a partir da AOL, com exceção das equações para os machos inteiros, os valores de R<sup>2</sup> foram baixos (Tabela 4).

**Tabela 4.** Equações de regressão linear para estimar a composição física e química em kg no corpo vazio (y) em função da área de olho de lombo da carcaça em cm<sup>2</sup> (x)

Classe	Parâmetros					R <sup>2</sup>	Valor P		
	Y (kg)		Intercepta	Slope	X		Intercepta	Slope	
<b>MI<sup>a</sup></b>	Carne <sup>c</sup> ,	=	-1,00	+	1,01	AOL <sup>d</sup>	0,79	0,39	*
<b>MC<sup>b</sup></b>	Carne <sup>c</sup> ,	=	-0,02	+	0,97	AOL <sup>d</sup>	0,71	0,99	*
<b>Fêmea</b>	Carne <sup>c</sup> ,	=	-0,17	+	0,97	AOL <sup>d</sup>	0,50	0,93	*
<b>Geral</b>	Carne <sup>c</sup> ,	=	-0,27	+	0,96	AOL <sup>d</sup>	0,68	0,71	*
<b>MI<sup>a</sup></b>	Osso,	=	1,39	+	0,13	AOL <sup>d</sup>	0,58	*	*
<b>Fêmea</b>	Osso,	=	1,25	+	0,16	AOL <sup>d</sup>	0,53	*	*
<b>Geral</b>	Osso,	=	1,55	+	0,13	AOL <sup>d</sup>	0,21	*	*
<b>MI<sup>a</sup></b>	Água,	=	0,57	+	1,22	AOL <sup>d</sup>	0,83	*	*
<b>MC<sup>b</sup></b>	Água,	=	6,50	+	0,98	AOL <sup>d</sup>	0,47	*	*
<b>Fêmea</b>	Água,	=	6,11	+	0,91	AOL <sup>d</sup>	0,40	*	*
<b>Geral</b>	Água,	=	5,37	+	1,04	AOL <sup>d</sup>	0,59	*	*
<b>MI<sup>a</sup></b>	PB <sup>e</sup> ,	=	0,59	+	0,34	AOL <sup>d</sup>	0,80	0,12	*
<b>MC<sup>b</sup></b>	PB <sup>e</sup> ,	=	1,02	+	0,32	AOL <sup>d</sup>	0,62	0,06	*
<b>Fêmea</b>	PB <sup>e</sup> ,	=	1,12	+	0,28	AOL <sup>d</sup>	0,49	0,05	*
<b>Geral</b>	PB <sup>e</sup> ,	=	0,94	+	0,31	AOL <sup>d</sup>	0,65	*	*
<b>MI<sup>a</sup></b>	EE <sup>f</sup> ,	=	-2,00	+	0,63	AOL <sup>d</sup>	0,69	*	*
<b>MC<sup>b</sup></b>	EE <sup>f</sup> ,	=	-0,97	+	0,54	AOL <sup>d</sup>	0,52	0,36	*
<b>Fêmea</b>	EE <sup>f</sup> ,	=	-1,36	+	0,59	AOL <sup>d</sup>	0,27	0,47	*
<b>Geral</b>	EE <sup>f</sup> ,	=	-1,37	+	0,58	AOL <sup>d</sup>	0,49	*	*
<b>MI<sup>a</sup></b>	Cinzas,	=	0,39	+	0,07	AOL <sup>d</sup>	0,75	*	*
<b>MC<sup>b</sup></b>	Cinzas,	=	0,51	+	0,07	AOL <sup>d</sup>	0,36	*	*
<b>Geral</b>	Cinzas,	=	0,52	+	0,06	AOL <sup>d</sup>	0,43	*	*

<sup>a</sup>MI = macho inteiro; <sup>b</sup>MC = macho castrado; <sup>c</sup>Carne = músculo + gordura + tendões; <sup>d</sup>AOL = área de olho de lombo determinada por meio do corte entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> vértebras torácicas, mediante a demarcação do corte transversal; <sup>e</sup>PB = proteína bruta; <sup>f</sup>EE = extrato etéreo; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação, \* = Significativo a 5 % de probabilidade.

A AOL em cm<sup>2</sup> variou mais entre os níveis de alimentação nos machos inteiros (de  $4,8 \pm 0,8$  a  $10,2 \pm 0,8$ ), que em comparação aos machos castrados (de  $4,7 \pm 0,8$  a  $8,6 \pm 0,8$ ) e as fêmeas (de  $5,7 \pm 0,8$  a  $7,8 \pm 0,8$ ), para os níveis de 80% de restrição e alimentação à vontade, respectivamente. Este resultado pode estar relacionado com o maior valor de R<sup>2</sup> para estimar a composição corporal a partir da AOL nos machos inteiros, uma vez que a maior variação do valor de AOL pode ter proporcionado melhor ajuste da regressão.

Ripoll et al. (2010) obtiveram maiores valores de R<sup>2</sup> das equações de predição de tecidos magros (0,95) e ossos (0,88) na carcaça de cordeiros a partir das medidas de ultrassom realizadas entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> vértebras torácicas (profundidade e largura do músculo *Logissimus* e gordura subcutânea). Esses maiores valores de R<sup>2</sup> apresentados por estes autores podem ser atribuídos às maiores quantidades de parâmetros de ultrassom avaliados e utilizados como variáveis independentes na estimativa, promovendo assim um melhor ajuste das equações.

Foram obtidas correlações positivas entre o peso do pescoço com o PCVZ e PCJ para as três classes sexuais (Tabela 5). Também foram obtidas correlações positiva entre os valores de EE, PB e água e energia no pescoço com seus respectivos valores no corpo vazio em todas as classes sexuais (Tabela 5), sendo os valores maiores que os obtidos por meio da AOL. Nas fêmeas não houve correlação entre os valores de osso e cinzas no pescoço com os seus respectivos valores corporais (Tabela 5).

**Tabela 5.** Coeficientes de correlação entre o peso de corpo vazio (PCVZ) e o peso de corpo em jejum (PCJ) com o peso do pescoço e entre a composição física e química no corpo vazio com a composição física e química no pescoço

Corpo vazio	Macho inteiro	Macho castrado	Fêmea	Pescoço
PCVZ, kg	0,86	0,88	0,91	Kg
Valor de <i>P</i>	*	*	*	
PCJ, kg	0,85	0,92	0,87	Kg
Valor de <i>P</i>	*	*	*	
Carne <sup>a</sup> , kg	0,89	0,90	0,89	Carne <sup>a</sup> , kg
Valor de <i>P</i>	*		*	
Osso, kg	0,58	0,83	0,41	Osso, kg
Valor de <i>P</i>	*	*	0,13	
PB <sup>b</sup> , kg	0,74	0,86	0,90	PB <sup>b</sup> , kg
Valor de <i>P</i>	*	*	*	
EE <sup>c</sup> ,kg	0,88	0,90	0,94	EE <sup>c</sup> ,kg
Valor de <i>P</i>	*	*	*	
Cinzas kg	0,67	0,82	0,49	Cinzas kg
Valor de <i>P</i>	*	*	0,06	
Água, kg	0,91	0,86	0,87	Água, kg
Valor de <i>P</i>	*	*	*	
Energia, Mcal kg <sup>-1</sup>	0,90	0,87	0,95	Energia, Mcal kg <sup>-1</sup>
Valor de <i>P</i>	*	*	*	

<sup>a</sup>Carne = Músculo + gordura + tendões; <sup>b</sup>PB = proteína bruta; <sup>c</sup>EE = extrato etéreo, \* = Correlação significativa a 5 % de probabilidade .

Fernandes et al. (2008) obtiveram menores correlações entre os valores de gordura no pescoço com a gordura corporal (0,59) e entre proteína no pescoço com a proteína corporal (0,41) em caprinos  $\frac{3}{4}$  Boer x  $\frac{1}{4}$  Saanen. Esta diferença pode ser relacionada com diferenças na amplitude dos valores das variáveis utilizadas para as correlações. No estudo de Fernandes et al. (2008) os animais foram alimentados com o mesmo nível de energia na dieta, variando os pesos de abate de 20 a 35 kg, em que as % de PB e EE no pescoço variaram, respectivamente, de 16,9 a 17,2% e de 12,4 a 14,6%, e as % de PB e EE no corpo vazio variaram, respectivamente, de 17,4 a 17,2% e de 11,6 a 15,1%. No presente

trabalho os animais receberam diferentes níveis de energia na dieta por meio dos diferentes níveis de alimentação, o que resultou em diferentes pesos de abate, e as amplitudes de variação dos parâmetros utilizados na correlação foram maiores, sendo de 6,9 a 18,8% e de 16,6 a 15,6% para EE e PB no corpo vazio nos tratamentos de restrição alimentar de 80% e alimentação à vontade, respectivamente. Desta forma, pode-se inferir que os níveis de consumo de energia juntamente com os pesos corporal de abate afetam em maior intensidade a composição corporal que somente o peso corporal de abate.

As equações de predição do PCVZ e PCJ em função do peso do pescoço apresentaram valores significativos de slope para todas as classes sexuais e obtiveram razoáveis valores de  $R^2$  ( $>0,73$ ) (Tabela 6). Derivando o coeficiente de correlação entre o peso do pescoço e o PCJ (0,54) apresentado por Gomes et al. (2013) para caprinos, obteve-se menor valor de  $R^2$  (0,29) que os valores relatados no presente estudo.

**Tabela 6.** Equações de regressão linear para estimar o peso de corpo vazio (PCVZ) e o peso de corpo em jejum (PCJ) (y) a partir do peso do pescoço (x)

Classe sexual	Y (kg)	Parâmetros			$R^2$	Valor de P	
		Intercepto	Slope	X		Intercepto	Slope
Macho inteiro	PCVZ,	= 3,07	+ 36,50	kg	0,73	0,30	*
Macho castrado	PCVZ,	= 8,64	+ 23,64	kg	0,78	*	*
Fêmea	PCVZ,	= 6,95	+ 27,10	kg	0,82	*	*
Geral	PCVZ,	= 6,71	+ 27,92	kg	0,75	*	*
Macho inteiro	PCJ,	= 4,91	+ 37,41	kg	0,73	0,12	*
Macho castrado	PCJ,	= 9,40	+ 26,60	kg	0,84	*	*
Fêmea	PCJ,	= 8,81	+ 27,92	kg	0,75	*	*
Geral	PCJ,	= 8,09	+ 29,79	kg	0,75	*	*

$R^2$  = coeficiente de determinação, \* = Significativo a 5 % de probabilidade.

Com exceção das regressões para estimar os valores de ossos e cinzas no corpo vazio das fêmeas, as regressões para estimar a composição tecidual e química no corpo vazio a partir de seus respectivos valores no pescoço foram significativas (Tabela 7). As equações de predição dos valores da composição de

PCVZ em função da composição do pescoço, somente as equações de predição de água diferiram entre as classes sexuais ( $P=0,0264$ ). A equação de macho inteiro para a predição de água no PCVZ a partir da água no pescoço diferiu dos machos castrados e fêmea.

**Tabela 7.** Equações de regressão linear para estimar a composição física e química no corpo vazio (y) em função da composição física e química no pescoço(x)

Classe sexual	Y (kg)	Parâmetros			R <sup>2</sup>	Valor de P	
		Intercepto	Slope	X (kg)		Intercepto	Slope
MI <sup>a</sup>	Carne <sup>1</sup> ,	= 0,05	+ 20,13	Carne <sup>c</sup> ,	0,78	0,96	*
MC <sup>b</sup>	Carne <sup>1</sup> ,	= 2,17	+ 12,11	Carne <sup>c</sup> ,	0,70	*	*
Fêmea	Carne <sup>1</sup> ,	= 1,69	+ 14,44	Carne <sup>c</sup> ,	0,78	*	*
Geral	Carne <sup>1</sup> ,	= 1,50	+ 14,98	Carne <sup>c</sup> ,	0,72	*	*
MI <sup>a</sup>	Osso,	= 0,95	+ 12,65	Osso,	0,33	*	*
MC <sup>b</sup>	Osso,	= 0,65	+ 19,14	Osso,	0,69	0,55	*
Geral	Osso,	= 2,41	+ 14,02	Osso,	0,44	*	*
MI <sup>a</sup>	Água,	= 2,13	+ 35,19	Água,	0,84	0,13	*
MC <sup>b</sup>	Água,	= 6,63	+ 21,68	Água,	0,75	*	*
Fêmea	Água,	= 6,42	+ 20,32	Água,	0,75	*	*
Geral	Água,	= 5,40	+ 24,65	Água,	0,74	*	*
MI <sup>a</sup>	PB <sup>2</sup> ,	= 0,96	+ 31,30	PB <sup>d</sup> ,	0,51	0,11	*
MC <sup>b</sup>	PB <sup>2</sup> ,	= 1,47	+ 19,22	PB <sup>d</sup> ,	0,74	*	*
Fêmea	PB <sup>2</sup> ,	= 1,43	+ 22,64	PB <sup>d</sup> ,	0,81	*	*
Geral	PB <sup>2</sup> ,	= 1,49	+ 22,68	PB <sup>d</sup> ,	0,61	*	*
MI <sup>a</sup>	EE <sup>3</sup> ,	= -0,08	+ 42,11	EE <sup>e</sup> ,	0,77	0,87	*
MC <sup>b</sup>	EE <sup>3</sup> ,	= 0,35	+ 32,99	EE <sup>e</sup> ,	0,80	0,36	*
Fêmea	EE <sup>3</sup> ,	= -0,50	+ 46,90	EE <sup>e</sup> ,	0,89	0,17	*
Geral	EE <sup>3</sup> ,	= -0,04	+ 40,30	EE <sup>e</sup> ,	0,80	0,86	*
MI <sup>a</sup>	Cinzas,	= 0,53	+ 21,70	Cinzas,	0,45	*	*
MC <sup>b</sup>	Cinzas,	= 0,61	+ 15,90	Cinzas,	0,67	*	*
Geral	Cinzas,	= 0,63	+ 14,55	Cinzas,	0,47	*	*

<sup>a</sup>MI = macho inteiro; <sup>b</sup>MC = macho castrado; <sup>c</sup>Carne = músculo + gordura + tendões; <sup>d</sup>PB = proteína bruta; <sup>e</sup>EE = extrato etéreo; R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação, \* = Significativo a 5 % de probabilidade.

Além disso, nas predições dos valores de PB, EE e água no corpo vazio para todas as classes sexuais foram obtidos razoáveis valores de  $R^2$  para as equações (Tabela 7). Portanto, a utilização da composição tecidual e química do pescoço parece ser uma alternativa viável na estimativa da composição corporal, principalmente, devido o pescoço representar um corte de baixo valor comercial e a sua obtenção para a realização das análises não causar grandes danos à carcaça, causando menos prejuízos em comparação à utilização da seção da 9ª a 11ª costelas.

Silva et al. (2011) trabalhando com caprinos mestiço Boer, em Campina Grande também conseguiram predizer a composição tecidual da carcaça a partir da composição tecidual do pescoço. Por outro lado, Argüello et al. (2001) relataram que a composição do pescoço não foi um bom parâmetro para a predição da composição tecidual da carcaça em cabritos Canary que foram abatidos entre 6 a 15 kg de peso corporal na Espanha. Esta diferença pode ser atribuída aos distintos pesos de abate entre os estudos, provavelmente os animais abatidos até 15 kg não tinham estabilizado as suas curvas de crescimento.

Fernandes et al. (2008) relataram maior valor de  $R^2$  (0,90) para a equação de predição da % de EE no corpo vazio em caprinos a partir das % de EE no pescoço e nos componentes não carcaça. Esta diferença pode ser relacionada à inclusão do valor de EE dos componentes não carcaça na predição, pois a composição química do pescoço está mais relacionada com a composição da carcaça, uma vez que este representa uma parte da mesma. Além disso, em ovinos, grande parte da gordura corporal é representada por gordura visceral, que faz parte dos componentes não carcaça.

## **Conclusões**

A AOL e a composição química do pescoço foram correlacionadas com a composição tecidual e química do corpo vazio e mostraram-se eficientes em suas predições em ovinos SPRD de diferentes classes sexuais.

A equação de predição de água no PCVZ a partir do pescoço diferiu entre classes sexuais.

## Referências

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirement of ruminant livestock**. London: 1980. 351p.

ARGÜELLO, A., CAPOTE, J., GINÉS, R., LÓPEZ, J.L., Prediction of kid carcass composition by use of joint dissection. **Livestock Production Science**, v.67, p.293-295, 2001.

BONILHA, S.F.M., et al. Chemical composition of whole body and carcass of *Bos indicus* and tropically adapted *Bos taurus* breeds. **Journal of Animal Science**.v.89, p. 2859-2866, 2011.

CARTAXO, F.Q., SOUZA, W. H., Correlações entre as características obtidas *in vivo* por ultra-som e as obtidas na carcaça de cordeiros terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1490-1495, 2008.

FERNANDES, M.H.M.R., et al. Predicting the chemical composition of the body and the carcass of 3/4Boer x 1/4Saanen kids using body components. **Small Ruminant Research**, v.75, p.90-98, 2008.

FIELD, R.A., KEMP, J.D., VARNEY, W.Y. Indices for lamb carcass composition. **Journal of Animal Science**, v. 22, p. 218-221, 1963.

FURUSHO-GARCIA, I.F., PEREZ, J.R.O., BONAGURIO, S., LIMA, A.L., QUINTÃO, F.A. Estudo dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês puros e cruzas Santa Inês com Texel, Ile de France e Bergamácia. **Revista Brasileira de Zootecnia**,v .33, p.453-462, 2004.

GOMES, H.F.B. et al. Common factors method to predict the carcass composition tissue in kidgoats. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, p.193-203, 2013.

HASHIMOTO, J.H. et al. Características de carcaça e da carne de caprinos Boer x Saanen confinados recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p.165-173, 2007.

HORGAN, G.W., MURPHY, S.V., SIMM, G. Automatic assessment of sheep carcasses by image analysis. **Journal of Animal Science**, v. 60, p.197-202, 1995.

MARCONDES, M.I., TEDESCHI, L.O., VALADARES FILHO, S.C., CHIZZOTTI, M.L. Prediction of physical and chemical body compositions of purebred and crossbred Nellore cattle using the composition of a rib section. **Journal of Animal Science**, p.1280-1290, 2012.

MCMANUS, C. et al. Avaliação ultrasonográfica da qualidade de carcaça de ovinos Santa Inês. **Ciência Animal Brasileira**, v. 14, p.8-16, 2013.

**Nutrient requirements of beef cattle.** National Academy Press. Washington: [S.N], 1996.248p.

**Nutrient requirements of dairy cattle.** National Academy Press. Washington: [S.N], 2001. 381p.

**Nutrient Requirements of Small Ruminants:** Sheep, goats, cervids, and new world camelids. National Academy Press. Washington: [S.N], 2007. 292p.

Official Methods of Analysis. **Association of Official Analytical Chemist.** 15.ed. Washington: [S.N], 1990.

RIPOLL, G., JOY, M., SANZ, A. Estimation of carcass composition by ultrasound measurements in 4 anatomical locations of 3 commercial categories of lamb. **Journal of Animal Science**, v.88, p.3409-3418, 2010.

SAS, User's guide: Version 9.1. Statistical Analysis System Institute Inc., Cary, 2003.

SILVA, R.M. et al. Prediction of carcass tissue composition of F1 crossbred goats finished on native pasture. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p.183-189, 2011.

TEIXEIRA, I.A.M.A. **Métodos de estimativa de composição corporal e exigências nutricionais de cabritos F1 Boer x Saanen.** 2004, 91f. (Tese de doutorado), Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Jaboticabal-SP.

## 6. ARTIGO 2

### Exigência de macrominerais de cordeiros sem padrão racial definido de diferentes classes sexuais

Ivonete Ferreira da Silva<sup>a</sup>, Rafael Torres de Souza Rodrigues<sup>b</sup>, Mário Adriano Ávila Queiroz<sup>a\*</sup>, Mario Luiz Chizzotti<sup>c</sup>, Marcus Antonio Zanetti<sup>d</sup>, José Aparecido da Cunha<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, Petrolina - PE, 56300-990, Brasil

<sup>b</sup> Universidade Federal de Lavras - UFLA, Lavras - MG, 37200-000, Brasil

<sup>c</sup> Universidade Federal de Viçosa - UFV, Viçosa- MG, 36570-900, Brasil

<sup>d</sup> Universidade de São Paulo - USP, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga- SP, Brasil

\*Autor para correspondência: e-mail: mario.queiroz@univasf.edu.br. Fone: +55 87 30315808, Colegiado de Ciência Animal, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina - PE, 56300-900, Brasil

**Resumo:** Objetivou-se determinar as exigências líquidas de macrominerais para ganho de cordeiros deslanados sem padrão racial definido (SPRD) de três classes sexuais. Foram utilizados 60 cordeiros (20 machos inteiros, 20 machos castrados e 20 fêmeas), com peso corporal inicial de  $18,1 \pm 0,4$  kg e cinco meses de idade média. As exigências nutricionais foram estimadas por meio de um ensaio de abate comparativo, sendo os animais do grupo de abate final distribuídos em delineamento inteiramente casualizado. Cinco animais de cada classe sexual foram distribuídos nos níveis de alimentação foram alimentação à vontade, restrição alimentar de 70% e restrição alimentar de 80% do consumo à vontade. A dieta foi constituída de capim elefante e concentrado com relação volumoso:concentrado de 40:60. Os animais foram confinados por 58 dias e o peso corporal médio de abate e o ganho médio diário (GMD) dos cordeiros do tratamento à vontade foram  $29,2 \pm 0,6$  e  $0,19 \pm 0,01$  kg, respectivamente. Não houve efeito de classe sexual sobre as exigências líquidas de ganho de macrominerais de cordeiros SPRD ( $P > 0,05$ ). A composição de macrominerais no peso de corpo vazio variou de 12,70 a 10,14 g de Ca/kg, de 7,70 a 6,42 g de P/kg, de 0,24 a 0,20 g de Mg/kg, de 0,32 a 0,24 g de Na/kg, de 0,31 a 0,22 g de K/kg e de 1,66 a 1,52 g de S/kg, quando o peso de

corpo em jejum (PCJ) aumentou de 15 para 30 kg. As exigências líquidas de ganho de macrominerais variaram de 1,826 a 1,458 g/d de Ca, de 1,208 a 1,008 g/d de P, de 0,037 a 0,030 g/d de Mg, de 0,038 a 0,028 g/d de Na, de 0,036 a 0,026 g/d de K e de 0,307 a 0,281 g/d de S para cordeiros com 200 g de GMD e com 15 e 30 kg de PCJ, respectivamente. As exigências líquidas de ganho de macrominerais de cordeiros SPRD não diferem entre as classes sexuais e decrescem com o aumento no PCJ.

**Palavra-chave:** balanço de nutrientes, minerais, ovinos, semiárido, exigência.

**Abstract:** The present study assessed the net requirements of macrominerals for growth of non-descript breed lambs (NDB) of three sexual classes. A total of 60 lambs (20 intact males, 20 castrated males and 20 females) with initial body weights of  $18.1 \pm 0.4$  kg and an average age of five months were used. The nutrient requirements were estimated by the comparative slaughter technique. Animals from the final slaughter were assigned to a complete randomized design, with five lambs from each sexual class in each feeding level: *ad libitum* feeding, 70% feed restriction and 80% feed restriction (of *ad libitum* consumption). The diet consisted of elephant grass (*Pennisetum purpureum*) and concentrate at a 40:60 roughage:concentrate ratio. Animals were confined for 58 days and the average body weight at slaughter and average daily gain (ADG) from *ad libitum* lambs were  $29.2 \pm 0.6$  e  $0.19 \pm 0.01$  kg, respectively. There was no effect of sexual class on the net requirements of macrominerals for growth of NDB lambs. The macromineral composition of the empty body varied from 12.70 to 10.14 g of Ca/kg, 7.70 to 6.42 g of P/kg, 0.24 to 0.20 g of Mg/kg, 0.32 to 0.24 g of Na/kg, 0.31 to 0.22 g of K/kg and 1.66 to 1.52 g of S/kg, when the shrunk body weight (SBW) increased from 15 to 30 kg. The net requirements of macrominerals for growth varied from 1.826 to 1.458 g/d of Ca, 1.208 to 1.008 g/d of P, 0.037 to 0.030 g/d of Mg, 0.038 to 0.028 g/d of Na, 0.036 to 0.026 g/d of K and 0.307 to 0.281 g/d of S of lambs with a ADG of 200 g and with SBW of 15 and 30 kg, respectively. The net requirements of macrominerals for growth of NDB lambs were not different between sexual classes and decreased with increasing SBW.

**Key words:** nutrient balance, minerals, ovine, semiarid, requirements.

## Introdução

Dentre todos os nutrientes necessários para obtenção de uma dieta balanceada, estão os minerais, que correspondem a aproximadamente 4% do peso corporal e são essenciais para todos os animais, exercendo influência direta em funções vitais no organismo, refletindo diretamente no desempenho animal. Estes elementos inorgânicos não podem ser sintetizados pelo organismo, devendo ser fornecidos de forma equilibrada na alimentação diária. Portanto, a ingestão dos mesmos, em quantidades suficientes, que possam atender as exigências de minerais dos animais é de suma importância (DAYRELL, 1993).

Além disso, a determinação das exigências de minerais visa o fornecimento dos mesmos em quantidades adequada aos animais, reduzir os níveis desses elementos na dieta, com o intuito de diminuir os custos de produção e, também, a excreção de elementos inorgânicos para o meio ambiente, sem afetar o desempenho animal (CHIZZOTTI et al., 2009). No entanto, as dietas formuladas no Brasil para ovinos são baseadas nas informações nutricionais preconizadas pelos comitês de alimentação internacionais. Contudo, as normas de exigências nutricionais estabelecidas por estes sistemas de alimentação foram baseadas em estudos com raças, alimentos e condições climáticas distintas das que são encontradas no Brasil (CABRAL et al., 2008).

As exigências de minerais podem ser influenciadas pela classe sexual, genótipo, idade e status fisiológico dos animais. Estes fatores afetam a composição corporal (TEXEIRA et al., 2013). Como o conteúdo de minerais varia entre tecidos, a retenção de minerais também pode ser afetada por diferenças na composição corporal (CHIZZOTTI et al., 2009). Apesar disto, os sistemas de alimentação não consideram diferenças entre raças e classes sexuais para estimar as exigências de minerais de ovinos.

Os ovinos sem padrão racial definido (SPRD) originaram dos acasalamentos aleatórios entre raças nativas e exóticas, e de vários anos de seleção natural. Esses animais são deslanados e destacam-se por serem bem adaptados às condições de clima semiárido do Nordeste brasileiro, representado a maior parte do rebanho da região, onde está o maior rebanho de ovinos do Brasil (IBGE, 2010). Apesar disto, nos estudos realizados no Brasil, para determinar as exigências de minerais de ovinos, não foram avaliados animais SPRD, e a maior parte dos resultados encontrados, diferiram dos valores estimados pelos principais sistemas

de alimentação utilizados para ovinos (GERASEEV et al., 2001; BAIÃO et al., 2003; GONZAGA NETO et al., 2005; CABRAL et al., 2008; TEIXEIRA et al., 2013).

Diante disto, objetivou-se determinar as exigências líquidas de ganho de macrominerais de cordeiros SPRD de diferentes classes sexuais e em condições semiáridas do Brasil.

### **Material e métodos**

Os procedimentos experimentais realizados com os animais foram aprovados pelo comitê de bioética e experimentação animal da Universidade Federal do Vale do São Francisco (0010/040713). O ensaio foi realizado no setor de caprinovinocultura da Univasf, localizada em Petrolina na latitude 09°19'28"S, longitude 40°33'34" nos meses de maio a junho de 2010 a média da temperatura máxima e mínima neste período foi de 31,35 °C e 20,6°C, respectivamente e a média da Umidade relativa do ar a máxima e mínima foi de 84,9% e 36,95%, respectivamente, de acordo com o Laboratório de Meteorologia e Bioclimatologia da UNIVASF. Foram utilizados 60 cordeiros sem padrão racial definido (SPRD) em três classes sexuais (20 machos inteiros, 20 machos castrados e 20 fêmeas), com peso corporal inicial de 18,1 ± 0,4 kg e cinco meses de idade média. Os cordeiros foram submetidos a um período de 30 dias de adaptação às instalações e à dieta experimental, sendo, pesados, identificados e tratados contra ectoparasito e endoparasitas. Os machos castrados já foram adquiridos nesta condição e a castração foi realizada com a utilização de um burdizzo, quando os animais tinham aproximadamente três meses de idade.

Após o período de adaptação, foi formado um grupo referência de 15 animais (cinco machos inteiros, cinco machos castrados e cinco fêmeas), os quais foram abatidos no início do experimento para a estimativa da composição corporal inicial e do peso de corpo vazio inicial dos animais do grupo de abate final. Os 45 cordeiros remanescentes foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, cinco animais das três classes sexuais foram distribuídos nos três níveis de alimentação (alimentação a vontade, 70 e 80% de restrição). A restrição alimentar foi calculada de acordo com o consumo observado na última semana do período de adaptação e a quantidade fornecida foi ajustada em função do peso corporal dos animais.

A dieta foi oferecida na forma de ração completa e ofertada aos animais duas vezes ao dia, às 8 e às 15 h, sendo constituída de capim elefante *in natura*

picado (*Pennisetum purpureum*) e concentrado a base de milho moído e farelo de soja, com relação volumoso:concentrado de 40:60 (Tabelas 1 e 2).

**Tabela 1.** Ingredientes e composição da dieta em g/kg

Ingredientes	g/kg de matéria seca
Capim elefante	400
Milho moído	286
Farelo de soja	295
Cloreto de sódio	5
Premix comercial <sup>a</sup>	11
Ureia	3
<b>Nutrientes da dieta</b>	
Matéria seca	638
Matéria orgânica	927
Matéria mineral	73
Proteína bruta	179
Extrato etéreo	29
Fibra em detergente neutro	379
Carboidratos não fibrosos	339
Energia digestível <sup>b</sup> , Mcal/kg MS <sup>c</sup>	2,4
Energia metabolizável <sup>b</sup> , Mcal/kg MS <sup>c</sup>	1,9

<sup>a</sup> Contém 240 g/kg de Ca; 71 g/kg de P; 28,2 g/kg de K; 20 g/kg de S; 20 g/kg de Mg; 30 mg/kg de Co; 400 mg/kg de Cu; 250 mg/kg de Fe; 1.350 mg/kg de Mn; 15 mg/kg de Se; 1.700 mg/kg de Zn; 40 mg/kg de I; 10 mg/kg de Cr; 710 mg/kg de F; 135.000 UI/kg de vitamina A; 68.000 UI/ kg de vitamina D3 e 450 UI/kg de vitamina E; <sup>b</sup> médias de energia digestível e energia metabolizável no nível de alimentação à vontade calculadas de acordo com o NRC (2001) e o NRC (1996), respectivamente; <sup>c</sup> Matéria seca.

**Tabela 2.** Teores em grama de cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), sódio (Na), enxofre (S) e nitrogênio (N) dos ingredientes e da dieta

Ingredientes	<sup>a</sup> Ca	<sup>a</sup> P	<sup>a</sup> K	<sup>a</sup> Na	<sup>a</sup> Mg	<sup>a</sup> S	<sup>a</sup> N
g/kg MN							
Capim elefante	1,28	1,12	3,88	0,12	1,44	0,61	3,23
Milho moído	0,08	0,80	0,94	0,05	0,34	0,85	3,66
Farelo de soja	0,94	1,90	5,78	0,02	0,79	1,20	21,71
Núcleo	2,64	0,8	0,31	-	0,22	0,22	-
Dieta *	4,94	3,90	10,91	0,19	2,79	2,94	28,6

<sup>a</sup> g/kg de matéria seca; \* 40% de volumoso e 60% de concentrado

Os cordeiros foram alojados em baias individuais cobertas, providas de comedouro e bebedouro, e com piso de concreto. Para os ovinos do tratamento à vontade, foram permitidas sobras de em torno de 20%. A quantidade de ração oferecida e as sobras foram pesadas para o cálculo de consumo. Amostras dos ofertados e das sobras foram coletadas 100g diariamente e congeladas em freezer a -20°C, sendo, posteriormente, elaboradas compostas das sobras de cada animal e dos alimentos ofertados, que foram utilizadas nas análises bromatológicas.

O confinamento teve duração de 58 dias após o período de adaptação, sendo os animais pesados no início e em intervalos de 29 dias para a determinação do ganho médio diário (GMD).

Os cordeiros foram abatidos ao término do confinamento. Antes do abate, os animais foram submetidos a jejum alimentar prévio de 16 h, sendo, posteriormente, pesados, para a obtenção do peso de corpo em jejum (PCJ). O abate ocorreu por insensibilização seguida de sangria, através da secção das artérias carótidas e das veias jugulares, com coleta e pesagem do sangue.

Os pesos do coração, pulmões, fígado, baço, rins, gordura interna, mesentério, cauda e aparas, juntamente com os do trato gastrointestinal esvaziado e lavado, foram adicionados aos pesos das demais partes do corpo (carcaça, cabeça, pele, pés e sangue) para determinação do peso de corpo vazio (PCVZ). A relação obtida entre o PCVZ e o PCJ e a relação entre concentração de minerais e o PCVZ dos animais referência de cada classe sexual foram utilizadas para a estimativa do PCVZ e da composição mineral inicial dos animais que permaneceram confinados até o abate final.

As carcaças foram transportadas para câmara frigorífica a 4°C, onde permaneceram por 24 h, sendo depois, pesadas para a obtenção do peso de carcaça fria (PCF). Em seguida, as carcaças foram divididas longitudinalmente com uma serra fita em duas meias carcaças, que foram pesadas novamente. A meia carcaça esquerda foi descarnada, sendo separada em ossos e tecidos moles (músculos, gordura e tendões). Os tecidos moles e ossos da meia carcaça esquerda e as vísceras mais o sangue, a cabeça inteira e as quatro patas de cada animal foram moídos em moedor industrial de carne. A pele foi cortada em pequenos pedaços para a coleta de amostras. Desta forma, para cada animal, foi obtida uma amostra homogênea de tecidos moles; ossos; vísceras mais sangue, cabeça e patas; e de pele.

A secagem e o pré-desengorduramento das amostras foram realizadas de acordo com a adaptação da metodologia descrita por Kock e Preston (1979). Subamostras de cada componente corporal foram acondicionadas em vidros com capacidade de 200 mL e levadas à estufa a 105°C por um período de 72 h. Por diferença entre as pesagens realizadas antes e após a secagem em estufa foi determinada a matéria seca gordurosa (MSG). Em seguida, a amostra seca foi submetida a lavagens sucessivas com éter de petróleo, e novamente, por diferença de pesagem, foi obtida a matéria seca pré-desengordurada (MSPD). Depois de pré-desengorduradas, as amostras foram moídas em moinho de bola (TE350, Tecnal, Piracicaba, Brasil), e armazenadas em recipientes de plástico fechados, para posteriores determinações dos minerais. As análises de minerais foram feitas pelo método de espectrometria de emissão óptica por plasma indutivamente acoplado (ICP-OES), descrita no Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (CAPITU, 2013).

Por meio das proporções de tecidos moles e de ossos sobre o peso da meia carcaça esquerda e do PCF, foram estimados os valores de tecidos moles e de ossos da carcaça como um todo. Através dos valores dos minerais na MSPD e do peso da amostra submetida ao pré-desengorduramento foram determinados os teores de minerais na matéria natural para cada componente corporal. Posteriormente, os valores dos minerais de cada componente corporal foram somados, obtendo-se desta forma, as concentrações dos minerais sobre o PCVZ.

Os conteúdos dos minerais retidos no corpo dos animais foram estimados por meio de equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal do mineral em

função do logaritmo do PCVZ, de acordo com o modelo:  $Y = a + b * X + e$ , sendo: Y = logaritmo do conteúdo total de mineral (kg) retido no corpo vazio; a = intercepta; b = coeficiente angular do logaritmo do conteúdo de mineral em função do logaritmo do PCVZ; X = logaritmo do PCVZ; e e = erro aleatório (ARC,1980).

As determinações das exigências líquidas de ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) foram realizadas derivando-se a equação de regressão do logaritmo do conteúdo de mineral em função do logaritmo do PCVZ, obtendo-se uma equação do tipo:  $Y = b.10^a * X^{(b-1)}$ , em que: y = exigência líquida de ganho do mineral (g/kg de PCVZ); a = intercepto da equação de predição do conteúdo corporal do mineral; b = coeficiente de regressão da equação de predição do conteúdo corporal do mineral; e X = PCVZ (kg).

O PCVZ e o GPCVZ foram estimados a partir do PCJ e do GMD, respectivamente, por meio de análises de regressão linear entre estas variáveis. Desta forma, obtiveram-se as exigências com base no PCJ e no GMD dos animais.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o SAS (2003), por meio do procedimento PROC GLM para a obtenção e análise das regressões. A comparação dos coeficientes de regressão entre as diferentes classes sexuais foi realizada por meio da ferramenta *solution*. A avaliação dos efeitos do nível de oferta de alimentos e da classe sexual sobre o desempenho e a concentração de minerais foi efetuada por meio do PROC GLM, utilizando o nível de significância de 5%, de acordo com o seguinte modelo:  $Y = \mu + \alpha + \beta + \alpha\beta + e$ , sendo:  $\mu$  = média;  $\alpha$  = efeito do nível de alimentação;  $\beta$  = efeito da classe sexual;  $\alpha\beta$  = interação do nível de alimentação com a classe sexual; e e = erro aleatório.

## Resultados

Não houve efeito significativo de classe sexual e de interação entre classe sexual e nível de alimentação sobre os parâmetros de desempenho. Por outro, lado houve efeito de nível de alimentação. Os valores de consumo de matéria seca, GMD e PCJ variaram de 0,23 a 1,17 kg/d, de -0,05 a 0,190 kg/d e de 15,5 a 29,2 kg quando os animais foram submetidos à 80% de restrição alimentar ou alimentados à vontade, respectivamente.

Não houve efeito de classe sexual e de interação entre classe sexual e nível de alimentação para as concentrações dos macrominerais no corpo vazio. No

entanto, houve efeito de nível de alimentação sobre as concentrações de Ca e P, as quais foram menores no nível de alimentação à vontade em comparação as restrições de 70 e 80% (Tabela 3).

**Tabela 3.** Concentração de macrominerais de cordeiros de diferentes classes sexuais submetidos a diferentes níveis de alimentação

Item (g/kg) PCVZ <sup>a</sup>	Classe sexual <sup>b</sup>			Nível de alimentação <sup>c</sup>			Probabilidade			
	MI	MC	F	AV	70	80	EPM <sup>e</sup>	S	A	SxA
Cálcio	1,18	1,19	1,22	1,00b	1,22a	1,37a	0,092	0,81	<0,01	0,20
Fósforo	0,71	0,75	0,75	0,64b	0,74a	0,82a	0,046	0,42	<0,01	0,13
Magnésio	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,002	0,56	0,67	0,32
Sódio	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,008	0,85	0,48	0,48
Potássio	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,006	0,46	0,93	0,25
Enxofre	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,17	0,014	0,80	0,49	0,42

<sup>a</sup>PCVZ = peso de corpo vazio; <sup>b</sup>Classe sexual: MI = machos inteiros, MC = machos castrados, F = fêmeas; <sup>c</sup>Nível de alimentação: AV = alimentação à vontade, 70 = restrição de 70% do consumo à vontade, 80 = restrição de 80% do consumo à vontade; S = efeito de classe sexual, A = efeito de nível de alimentação, S x A = efeito de interação classe sexual x nível de alimentação; <sup>e</sup>EPM = erro padrão das médias. Médias seguidas de letras semelhantes na linha não diferem entre si a 5% de probabilidade.

Foram desenvolvidas equações de regressões para determinar o PCVZ em função do PCJ, do GPCVZ em função do GMD, e do conteúdo corporal de macrominerais em função do PCVZ (Tabela 4). Como não houve efeito da classe sexual sobre os parâmetros das regressões ( $P > 0,05$ ), foi utilizada uma única equação para todos os animais independente da classe sexual.

**Tabela 4.** Equações de regressões do peso de corpo vazio (PCVZ) em função do peso corporal (PC), do ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) em função do ganho médio diário (GMD), e do conteúdo corporal de macrominerais em função do PCVZ em cordeiros sem padrão racial definido

Item	Regressão <sup>a</sup>	R <sup>2</sup>
PCVZ, kg	$PCVZ = 0,92 * PC$	0,94
GPCVZ, g/d	$GPCVZ = -0,018 + 0,929 * GMD$	0,94
Cálcio, g	$\text{Log Ca} = 1,47396 + 0,675394 * \text{Log PCVZ}$	0,73
Fósforo, g	$\text{Log P} = 1,184766 + 0,738082 * \text{Log PCVZ}$	0,81
Magnésio, g	$\text{Log Mg} = -0,30045 + 0,719581 * \text{Log PCVZ}$	0,70
Sódio, g	$\text{Log Na} = 0,56491 * \text{Log PCVZ}$	0,23
Potássio, g	$\text{Log K} = 0,548919 * \text{Log PCVZ}$	0,18
Enxofre, g	$\text{Log S} = 0,365217 + 0,871851 * \text{Log PCVZ}$	0,81

<sup>a</sup>Parâmetros de regressão significativos a 5%.

A partir das equações listadas na Tabela 4, estimou-se o conteúdo corporal dos macrominerais (Tabela 5). Houve decréscimo nos conteúdos corporal dos macrominerais com o aumento do PCVZ em cordeiros SPRD de diferentes classes sexuais entre 20 a 30 kg/PCJ (tabela 5).

**Tabela 5.** Teores de macrominerais em função do peso de corpo vazio em cordeiros sem padrão racial definido

PCJ <sup>a</sup>	PCVZ <sup>b</sup>	Cálcio	Fósforo	Magnésio	Sódio	Potássio	Enxofre
Kg		g/kg PCVZ					
15	13,8	12,70	7,70	0,24	0,32	0,31	1,66
20	18,4	11,57	7,14	0,22	0,28	0,27	1,60
25	23,0	10,76	6,73	0,21	0,26	0,24	1,55
30	27,6	10,14	6,42	0,20	0,24	0,22	1,52

<sup>a</sup> Peso corpo em jejum; <sup>b</sup> Peso de corpo vazio.

Como os coeficientes das regressões logaritmizadas entre os teores de macrominerais e o PCVZ não diferiram entre as classes sexuais, e a derivada desta regressão foi utilizada para estimar as exigências de macrominerais, não houve diferenças entre as classes sexuais e os valores foram calculados considerando os dados dos animais em conjunto. Houve redução das exigências dos macrominerais com o aumento no PCJ. Porém, houve maiores valores nas exigências dos macrominerais à medida que o GMD aumentou (Tabela 6).

**Tabela 6.** Exigências líquidas de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na), potássio (K) e enxofre (S) de cordeiros sem padrão racial definido

	Peso de corpo em jejum (kg)											
	15	20	25	30	15	20	25	30	15	20	25	30
	Ganho médio diário (g)											
	100				150				200			
Ca	0,913	0,831	0,773	0,729	1,369	1,247	1,160	1,093	1,826	1,663	1,547	1,458
P	0,604	0,560	0,529	0,504	0,906	0,841	0,793	0,756	1,208	1,121	1,057	1,008
Mg	0,018	0,017	0,016	0,015	0,028	0,025	0,024	0,023	0,037	0,034	0,032	0,030
Na	0,019	0,017	0,015	0,014	0,029	0,025	0,023	0,021	0,038	0,034	0,031	0,028
K	0,018	0,024	0,014	0,013	0,027	0,024	0,021	0,020	0,036	0,031	0,028	0,026
S	0,154	0,148	0,144	0,141	0,230	0,222	0,216	0,211	0,307	0,296	0,288	0,281

## Discussão

À medida que o animal aumenta de peso corporal, há um decréscimo da participação do tecido ósseo na proporção do PCVZ, com simultâneo acréscimo do tecido adiposo. Aproximadamente 90% do Ca e 80% do P estão presentes nos ossos e dentes e a gordura não apresenta quantidades consideráveis destes minerais. Sendo assim, é esperado um decréscimo destes minerais com o aumento do peso corporal e da maturidade fisiológica (SUTTE et al., 2010).

Como os animais alimentados à vontade neste ensaio tiveram maior ganho de peso corporal, podem ter apresentado maior deposição de gordura e, desta forma, pode ter ocorrido menor concentração de Ca e P/kg de PCVZ nestes animais, uma vez que o tecido adiposo tem concentrações insignificantes destes minerais. Semelhantemente, outros trabalhos desenvolvidos com ovinos (BAIÃO et al., 2003; JI et al., 2013; TEIXEIRA et al., 2013) e com caprinos (ARAÚJO et al., 2010; GOMES et al., 2011; FERNANDES et al., 2012) também obtiveram o mesmo resultado.

As variações nas concentrações de Na e K não podem ser relacionadas somente ao aumento de PCVZ, mas, também, ao metabolismo, pois, ambos são perdidos através da transpiração. Portanto, a sudorese e as condições ambientais podem interferir nos requisitos destes minerais (UNDERWOOD & SUTTLE, 1999). Isto pode está relacionado aos baixos coeficientes de determinação das equações logarítmicas dos teores de Na e K sobre o PCVZ, em comparação aos coeficientes obtidos para as regressões dos outros minerais.

Diferentemente do que observado neste trabalho, Mendonça (2013) e Soares (2013), em ensaios com caprinos Saanen em crescimento, relataram que as exigências líquidas de Ca e Mg e a exigência líquida de Na, respectivamente, foram maiores para os machos castrados e inteiros em comparação às fêmeas. Por outro lado, Chizzotti et al. (2009) também não obtiveram diferenças nas exigências de macrominerais para bovinos Nelore x Red Angus de diferentes classes sexuais.

Os valores obtidos neste ensaio para a exigência líquida de ganho de Ca e P de cordeiros com 20 kg de PCJ e 200 g de GMD foram semelhantes aos estimados pelo NRC (2007), já descontados da manutenção, para cordeiros com maturidade precoce (1,44 g/d de Ca e 0,92 g/d de P). No entanto, os valores obtidos para a Na,

K e Mg foram inferiores (0,22 g/d de Na, 0,36 g/d de K e 0,082 g/d de Mg). Teixeira et al. (2013) também obtiveram menores valores de exigência líquida de ganho em cordeiros Santa Inês com 20 kg de Peso corporal e 200 g de GMD para Mg (0,061 g/d), K (0,20 g/d) e Na (0,15 g/d). Da mesma forma, Araújo et al. (2010) também obtiveram menores valores de exigência líquida de ganho de Na e K em relação aos preconizados pelo NRC (2007) para caprinos nativos do semiárido brasileiro.

Os menores valores de exigências líquidas de Na e K para ganho em animais de raças nativas de clima semiárido podem estar relacionados às adaptações fisiológicas destes animais às temperaturas elevadas a que são submetidos, em comparação aos animais lanados criados em condições de clima temperado. O Na e o K são perdidos, principalmente, pela transpiração, e a variação nas exigências destes minerais podem estar relacionadas à capacidade de sudorese dos animais e das condições ambientais nas quais eles estão (MCDOWELL, 1992). Neste sentido, ovinos deslandos SPRD poderiam apresentar maiores perdas de Na e K na transpiração e, conseqüentemente, menor retenção destes minerais no corpo. Segundo McManus et al. (2011), cordeiros deslanados nativos do Brasil apresentaram maior área de glândulas sudoríparas, relacionadas a uma maior produção de suor, em comparação à cordeiros lanados.

Semelhante ao que foi observado no presente trabalho, a exigência de macrominerais também reduziu com o aumento do peso corporal em outros ensaios com ovinos (GONZAGA NETO et al., 2005; CABRAL et al., 2008; JI et al., 2013; TEIXEIRA et al., 2013). Este resultado pode está relacionado com a variação na composição tecidual e, conseqüentemente, composição mineral no corpo, em função de mudanças no peso corporal, como já foi descrito anteriormente. Por outro lado, com exceção das exigências de Ca e P, as quais são calculadas levando em consideração a composição do ganho, que varia em função do peso corporal, o NRC (2007) utiliza valores fixos de exigências líquidas de ganho para os demais macrominerais, independente do peso corporal dos animais.

## **Conclusão**

A exigência líquida para ganho de Ca, P, Mg, K, Na e S não diferem entre machos inteiros, castrados e fêmeas. As exigências de macrominerais de cordeiros SPRD decrescem com o aumento no PCJ. As exigências líquidas para ganho de Ca

e P são semelhantes e as exigências de Mg, K e Na são inferiores aos valores recomendados pelo NRC (2007).

## **7. Considerações finais**

Os ensaios que possuem por objetivo validar os métodos indiretos para a predição da composição corporal são essenciais na literatura internacional quando se possui estudos em diferentes regiões do planeta e com diferentes grupos raciais e classes sexuais, pois facilitam a rotina experimental e diminuem os custos. A utilização do pescoço para a predição da composição corporal é de grande importância, pois este é um corte de baixo valor comercial e não é necessária a depreciação da carcaça para sua obtenção.

O pescoço e AOL foram eficientes para estimar composição corporal de ovinos SPRD machos inteiros e castrados, contudo não para fêmeas. Por tanto são necessários mais estudos utilizando diferentes classes sexuais, para validar o uso deste corte como método indireto em outros grupos raciais de ovinos.

A exigência líquida para ganho de macrominerais de cordeiros SPRD de diferentes classes sexuais de 15 a 30 kg de peso corporal e diferentes níveis de ganho criados em condições semiáridas do Brasil, poderão auxiliar em futuros estudos sobre exigências de minerais em ovinos, com o intuito de complementar o banco de dados dos principais comitês internacionais de nutrição de pequenos ruminantes.

## Referências

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminant livestock**: Technical review. London: Agricultural Research Council Working Party, 1980. 351p.

ARAÚJO, M.J. et al. Mineral requirements for growth of Moxotó goats grazing in the semi-arid region of Brazil. **Small Ruminant Research**. v. 93,p. 1–9. 2010.

BAIAO, E.A.M. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de cálcio e fósforo para ganho em peso de cordeiros. **Ciência e Agrotecnológica**. Lavras. v. 27, n.6, p.1370-1379, 2003.

CABRAL, P. K. A. et al. Composição corporal e exigências nutricionais em cálcio e fósforo de cordeiros Santa Inês em pastejo no semiárido. **Animal Science**. Maringá, v. 30, n. 1, p. 59-65, 2008.

CAPITU, B. Minerais por espectrometria de emissão óptica por plasma indutivamente acoplado (ICP-OES).P.175-180. In: **Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal**. CAPUTI, B. (coord.). São Paulo: SINDIRAÇÕES, p. 544, 2013.

CHIZZOTTI, M. L., S. C. V. FILHO, AND L. O. TEDESCHI. Net requirement of calcium, magnesium, sodium, phosphorus, and potassium for growth of Nellore x Red Angus bulls, steers, and heifers. **Livestock Science**, v. 93, p.1–6, 2009.

DAYRELL, M.S. Suplementação mineral para vacas de leite de alta produção. In: Mini-simpósio do colégio brasileiro de nutrição animal. Nutrição e alimentação de gado leiteiro, 9, Valinhos. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1993.

FERNANDES, M. H. M. R. et al. Macromineral requirements for the maintenance and growth of Boer crossbred kids. **Journal Animals Science**,v.90, p.1–9, 2012.

GERASEEV, 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**, v. 25, p.386-395, 2001.

GONZAGA NETO, S. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de macrominerais para cordeiros Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 34, n. 6,p. 2133-2142, 2005.

GOMES, R. A., D. OLIVEIRA-PASCOA, AND I. A. M. A. TEIXEIRA. Macromineral requirements for growing Saanen goat kids. **Small Ruminants Research**, v. 99, p.160-165, 2011.

IBGE. Instituto brasileiro de geografia e estatística. **Produção da pecuária municipal**. Rio de Janeiro, v. 38, p.1-65, 2010.

Jl,S. et al. Net phosphorus requirements of Dorpe x thin-tailed han crossbred ram lambs. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.26, n.9, p.1282-1288, 2013.

KOCK, S.W., PRESTON, R.L. Estimation of bovine carcass composition by the urea dilution technique. **Journal of Animal Sciences**, v.48, p. 319-327, 1979.

MENDONÇA, A.N. **Exigências líquidas de macrominerais para crescimento em cabritos Saanen de diferentes sexos**. 2013, 53 f. (Dissertação) Unesp, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal- SP, 2013.

MCMANUS, C. et al. Skin and coat traits in sheep in Brazil and their relation with heat tolerance. **Tropical Animal Health and Production**, v. 43, p.121-126, 2011.

McDOWELL, L.R. **Minerals in animal and human nutrition**. San Diego: Academy Press, 1992. 524p.

**Nutrient Requirements of Beef Cattle**. Washington: National Academy Press. 1996. 248p.

\_\_\_\_\_. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. Washington: National Academy Press, 2001. 401p.

\_\_\_\_\_. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007.362p.

SAS, User's guide: Version 9.1. Statistical Analysis System Institute Inc., Cary, 2003.

SOARES, D.C. **Exigências de macrominerais em caprinos Saanen de diferentes sexos na fase final de crescimento**. 2013, 65f. Dissertação (mestre em zootecnia) Jaboticabal – São Paulo, 2013.

SUTTE.N.F . et al. **Mineral Nutrition of Livestock**.4.ed. United Kingdom – UK: [S.N],p.578, 2010.

TEIXEIRA, I.A.M.A. et al.Mineral requirements for growth of wool and hair lambs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.5, p.347-353, 2013.

UNDERWOOD, E.J., SUTTLE, N.F. **The Mineral Nutrition of Livestock**. Midlothian, UK: Third ed, 1999.