

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

Andressa Ana Martins

**EXIGÊNCIAS DE ENERGIA, PROTEÍNA, CÁLCIO E FÓSFORO PARA  
MANTENÇA E GANHO DE CORDEIROS CORRIDALED**

Santa Maria, RS  
2017

**Andressa Ana Martins**

**EXIGÊNCIAS DE ENERGIA, PROTEÍNA, CÁLCIO E FÓSFORO PARA  
MANTENÇA E GANHO DE CORDEIROS CORRIEDALE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Zootecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Doutora em Zootecnia**.

Orientador: Prof. Dr. Cleber Cassol Pires

Santa Maria, RS  
2017

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Martins, Andressa Ana

Exigências de energia, proteína, cálcio e fósforo para  
manutenção e ganho de cordeiros Corriedale / Andressa Ana  
Martins.- 2017.

85 p.; 30 cm

Orientador: Cleber Cassol Pires

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-  
Graduação em Zootecnia, RS, 2017

1. composição corporal 2. crescimento corporal 3.  
eficiência alimentar 4. manutenção I. Pires, Cleber Cassol  
II. Título.

**Andressa Ana Martins**

**EXIGÊNCIAS DE ENERGIA, PROTEÍNA, CÁLCIO E FÓSFORO PARA  
MANTENÇA E GANHO DE CORDEIROS CORRIEDALE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Zootecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Doutora em Zootecnia**.

**Aprovada em 29 de março de 2017:**

---

**Cleber Cassol Pires, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

---

**Leonir Luiz Pascoal, Dr. (UFSM)**

---

**Maria Beatriz Fernandez Gonçalves, Dra. (Agropecuária LP)**

---

**Stefani Macari, Dr. (UFPEL)**

---

**Vladimir de Oliveira, Dr. (UFSM)**

Santa Maria, RS  
2017

*Dedico,  
Ao meu pai Oclydes Poloniato Martins.  
Foram nos momentos difíceis que entendi  
O verdadeiro significado do amor de filha.*

## AGRADECIMENTOS

Inicialmente agradeço à Deus, sua luz e amor estão guiando o meu caminho em todos os momentos;

Ao Cesar, meu amor, amigo, companheiro, meu eterno namorado, pela paciência e compreensão nos momentos em que nem tudo dava certo, mas também nos de felicidade;

À minha mãe, Lucila, meu anjo da guarda;

À minha irmã, Adriana, maior incentivadora aos estudos, sempre pronta para me apoiar;

Aos meus filhos de quatro patas: Afrodite, Curica, Tigre, Pandora, Frederico, Mascara, Carancho e Thor, pelo amor incondicional e por me mostrar que precisamos de tão pouco para ser feliz;

Ao meu orientador, Cleber Cassol Pires, pela confiança, compreensão, amizade, e boa convivência ao longo do mestrado e do doutorado;

Aos professores Gilberto e Leila, pela ajuda e ensinamentos, durante toda a fase experimental e de laboratório;

À equipe do Labrumen, pela amizade de sempre, e muita paciência com minhas intermináveis amostras;

À equipe do Laboratório de Piscicultura, em especial a Dina, pela paciência e ajuda nas análises laboratoriais;

Aos meus estagiários, Matheus Lenhart, Gibran Ferretto, Aliei Menegon, Luiza Borges, Danielle Dias, Giovana Antonio, Juliene Rosa, Edilberto Teixeira, pela ajuda nos diferentes momentos do trabalho, mas sem dúvida sempre de grande importância;

Ao Guilherme e ao Robson, pela especial ajuda nos abates;

Ao Rafael, mais conhecido como Cotinha, por sempre me socorrer nos dias com poucos estagiários, e ainda, por garantir bons momentos de descontração meio a tanto trabalho;

Ao Stefani, pela ajuda desde o início do mestrado, ao longo dos anos de convivência na pós-graduação além de um colega tornou-se um amigo;

Ao Willian, Miojo, pela parceria ao longo do mestrado e doutorado, meu super estagiário, depois colega da pós-graduação, e sempre um grande amigo;

Ao Juliano Motta, também pela parceria ao longo do mestrado e doutorado, sempre pronto e dedicado para ajudar em todas as etapas do experimento, inclusive pra ir buscar meus cordeiros em São Gabriel, uma manhã de passeio no caminhão da UFSM;

À Emanuelle, Manu, pela ajuda em todas as etapas do experimento, nos abates, na desossa, laboratório, sempre paciente com minhas manias, com uma palavra amiga e super sincera, ao longo dos nossos muitos dias de estudo;

À Andressa Kaiser, minha estagiária amada, além da ajuda em todas as etapas, agradeço pelas boas risadas durante o trabalho;

À Natalie, Naty, minha estagiária querida, desde o seu primeiro dia de graduação, sempre pronta para me ajudar, com muita paciência, amizade e carinho em todos os momentos de trabalho e também nas nossas longas prosas;

À Gabriela Carvalho, minha estagiária dedicada, sempre pronta para ajudar, para saber o porquê das coisas, sem deixar de lado a amizade, carinho e paciência comigo, você é uma inspiração para eu estudar;

À vocês, do Laboratório de Ovinocultura, eu agradeço pela paciência com o meu trabalho trabalhoso, pelas boas risadas, paneladas de pipoca, rodadas de mate e boa prosa! Agora ficam as boas lembranças e uma saudade imensa;

À Ana Maria, inicialmente colega, logo tornou-se uma grande amiga, que chegou quando boa parte do trabalho já tinha terminado, mas sempre esteve pronta a me ajudar no que ainda restava ser feito, tornando as idas ao laboratório e o preparo das amostras mais agradáveis;

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização do Doutorado, e à CAPES pela concessão de bolsa;

À todos vocês que fazem parte da minha história, meu Muito Obrigada!

*...Não é sobre chegar no topo do mundo e saber que venceu  
É sobre escalar e sentir que o caminho te fortaleceu  
É sobre ser abrigo e também ter morada em outros corações  
E assim ter amigos contigo em todas as situações...*

*(Trem bala - Ana Vilela)*

## RESUMO

### EXIGÊNCIAS DE ENERGIA, PROTEÍNA, CÁLCIO E FÓSFORO PARA MANTENÇA E GANHO DE CORDEIROS CORRIEDALE

AUTOR: Andressa Ana Martins

ORIENTADOR: Cleber Cassol Pires

Este projeto tem como objetivo determinar a composição corporal e estimar as exigências nutricionais de energia, proteína, cálcio e fósforo para manutenção e ganho de peso de cordeiros da raça Corriedale. O experimento foi realizado no Laboratório de Ovinocultura da Universidade Federal de Santa Maria. Foram utilizados 42 cordeiros da raça Corriedale, machos castrados, desmamados, aos 50 dias de idade e confinados em baias individuais (2 m<sup>2</sup>). A dieta foi constituída por silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench), grão de milho (*Zea mays* L.), farelo de soja (*Glycine max* L.) e mistura mineral, sendo calculada para atender às exigências de proteína bruta, energia metabolizável e macrominerais preconizadas pelo NRC (2007), para ganho de 0,200 kg diários. Após 14 dias para adaptação dos animais às condições experimentais, seis cordeiros foram aleatoriamente sorteados e abatidos. Dentre os remanescentes, 24 animais foram alimentados *ad libitum* e abatidos aos 28, 33 ou 38 kg de peso vivo (PV), e 12 animais foram submetidos a dois níveis de oferta de alimento (70 e 55% do consumo *ad libitum*). O abate dos últimos foi realizado juntamente com aqueles alimentados *ad libitum* e abatidos aos 38 kg de PV. Foram constituídos oito grupos dos componentes corporais, 1: órgãos internos; 2: trato; 3: gordura interna; 4: sangue; 5: porção comestível; 6: pele; 7: lã e 8: pequenas porções de ossos, os quais, após trituração em moedor de carnes elétrico, foram armazenadas amostras de 0,5 kg para posteriores análises laboratoriais. Nessas amostras foram determinados os conteúdos corporais de nitrogênio, gordura, energia, cálcio e fósforo. Estes dados foram submetidos à análise de regressão. Os seis cordeiros restantes foram submetidos a um ensaio de digestibilidade, sob delineamento Quadrado Latino 3x3, com o objetivo de avaliar o valor nutricional da dieta sob os distintos níveis de consumo. Foram coletadas amostras diárias no período de coleta, das sobras, fezes e urina, estas compostas por animal e armazenadas para posteriores análises laboratoriais. A composição corporal variou de 204,05 a 208,23 g de proteína, 101,17 a 175,72 g de gordura e 2106,8 a 2826,21 kcal de energia por kg de peso de corpo vazio (PCV). A exigência de energia líquida de manutenção, representada pela produção de calor em jejum, foi de 61,65 kcal/ kg PCV<sup>0,75</sup>. As exigências de energia metabolizável para ganho ficaram entre 409 e 1105 kcal/dia para cordeiros dos 28 aos 38 kg de PV. A excreção endógena de nitrogênio foi de 279,9 mg/kg PV<sup>0,75</sup>/dia, o que correspondeu a exigência de proteína líquida para manutenção de 1,75 g/kg PV<sup>0,75</sup>/dia. As exigências de proteína metabolizável para ganho de peso de cordeiros com 28 e 38 kg de PV e ganho médio diário de 250 g, foram de 43,35 e 38,75 g/dia. A composição corporal variou de 16,83 a 16,49 g de cálcio e 4,69 a 4,64 g de fósforo por kg de PCV. As exigências líquidas de manutenção, para animais entre 28 e 38 kg de peso vivo, foram 450 mg de Ca/dia e 329 mg de P/dia. As exigências dietéticas foram de 7,05 a 6,93 g/dia de cálcio e 4,14 a 4,11 g/dia de fósforo para cordeiros Corriedale, dos 28 aos 38 Kg de PV, com ganho de 200 g/dia.

**Palavras-chave:** Composição corporal. Crescimento corporal. Eficiência alimentar. Manutenção.

## ABSTRACT

### REQUIREMENTS OF ENERGY, PROTEIN, CALCIUM AND PHOSPHORUS FOR MAINTENANCE AND GAIN OF LAMBS CORRIEDALE

AUTOR: Andressa Ana Martins  
ORIENTADOR: Cleber Cassol Pires

This project aims to determine the body composition and to estimate the nutritional requirements of energy, protein, calcium and phosphorus for maintenance and weight gain of Corriedale lambs. The experiment was carried out at the Sheep Laboratory of the Universidade Federal de Santa Maria. The total of 42 Corriedale male lambs were castrated, weaned at 50 days of age and confined in individual stalls (2 m<sup>2</sup>). The diet was composed of sorghum silage (*Sorghum bicolor* (L) Moench), corn grain (*Zea mays* L.), soybean meal (*Glycine max* L.) and mineral mixture, being calculated to meet the requirements of crude protein, metabolizable energy and macrominerals recommended by the NRC (2007), to gain 0.200 kg daily. After 14 days to adapt the animals to the experimental conditions, six lambs were randomly drawn and slaughtered. Among the remaining, 24 animals were fed *ad libitum* and slaughtered at 28, 33 or 38 kg of live weight (PV), and 12 animals were submitted to two levels of food supply (70 and 55% of consumption *ad libitum*). The slaughter of the latter was carried out together with those fed *ad libitum* and slaughtered at 38 kg of BW. Eight groups of the body components were constituted, 1: internal organs; 2: treatment; 3: internal fat; 4: blood; 5: edible portion; 6: skin; 7: wool and 8: small portions of bones, which, after grinding in an electric meat grinder, 0.5 kg samples were stored for further laboratory analysis. In these samples the body contents of nitrogen, fat, energy, calcium and phosphorus were determined. These data were submitted to regression analysis. The remaining six lambs were submitted to a digestibility test, under a 3x3 Latin Quadrado, with the objective of evaluating the nutritional value of the diet under the different levels of consumption. Daily samples were collected in the collection period, leftovers, faeces and urine, these composed by animal and stored for later laboratory analysis. Body composition ranged from 204.05 to 208.23 g protein, 101.17 to 175.72 g fat and 2106.8 to 2826.21 kcal energy per kg body weight (EBW). The requirement of maintenance net energy, represented by fasting heat production, was 61.65 kcal/kg EBW<sup>0.75</sup>. The requirements of metabolizable energy for gain were between 409 and 1105 kcal/day for lambs from 28 to 38 kg of BW. The endogenous nitrogen excretion was 279.9 mg/kg BW<sup>0.75</sup>/day, which corresponded to the requirement of liquid protein for maintenance of 1.75 g/kg BW<sup>0.75</sup>/day. The requirements of metabolizable protein for weight gain of lambs with 28 and 38 kg of BW and average daily gain of 250 g were 43,35 and 38,75 g/day. Body composition ranged from 16.83 to 16.49 g of calcium and 4.69 to 4.64 g of phosphorus per kg of EBW. The net maintenance requirements for animals between 28 and 38 kg live weight were 450 mg Ca/day and 329 mg P/day. Dietary requirements were from 7.05 to 6.93 g/day of calcium and 4.14 to 4.11 g/day of phosphorus for Corriedale lambs, from 28 to 38 kg of BW, gaining 200 g/day.

**Keywords:** Body composition. Body growth. Food efficiency. Maintenance.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estimativa da produção de calor (PC) em função do consumo de energia metabolizável (CEM).....	35
Figura 2 - Estimativa da retenção de nitrogênio em função do consumo de nitrogênio.....	55

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Teores médios de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, carboidratos totais, carboidratos não estruturais, cinzas, nutrientes digestíveis totais, energia líquida, cálcio e fósforo dos ingredientes utilizados na formulação da dieta experimental.....	24
Tabela 2 -	Proporção dos ingredientes e composição bromatológica da dieta experimental.....	25
Tabela 3 -	Componentes corporais que constituem as amostras dos cordeiros Corriedale.....	26
Tabela 4 -	Consumos (g/kg PV <sup>0,75</sup> /dia) e ganho de peso médio diário (g/dia) de cordeiros em diferentes níveis de alimentação.....	30
Tabela 5 -	Digestibilidade aparente (%) e concentração energética da dieta sob os diferentes níveis de alimentação.....	31
Tabela 6 -	Concentrações corporais de água, proteína, gordura e energia de cordeiros da raça Corriedale dos 28 aos 38 kg de peso vivo.....	33
Tabela 7 -	Equações de regressão para estimativa da composição corporal (proteína, gordura e energia) de cordeiros da raça Corriedale dos 28 aos 38 kg de peso vivo.....	34
Tabela 8 -	Exigências líquida de energia (kcal/dia) para ganho de peso de cordeiros Corriedale.....	37
Tabela 9 -	Exigências metabolizável de energia para ganho de peso de cordeiros Corriedale.....	39
Tabela 10 -	Consumos e retenção de nitrogênio dos cordeiros Corriedale submetidos a diferentes níveis de alimentação.....	52
Tabela 11 -	Concentrações corporais de água e proteína de cordeiros da raça Corriedale dos 28 aos 38 kg de peso vivo.....	53
Tabela 12 -	Equações de regressão para estimativa da composição corporal de proteína de cordeiros da raça Corriedale dos 28 aos 38 kg de peso vivo.....	54
Tabela 13 -	Exigências líquida de proteína (g/dia) para ganho de peso de cordeiros da raça Corriedale em crescimento.....	57
Tabela 14 -	Exigência metabolizável de proteína (g/dia) para ganho de peso de cordeiros da raça Corriedale em crescimento.....	58
Tabela 15 -	Peso ao abate (PA), peso de corpo vazio (PCV) e composição corporal de matéria seca, gordura, cálcio e fósforo (% no PCV), em função dos diferentes pesos ao abate (média ± desvio-padrão) .....	71
Tabela 16 -	Equações de predição para o peso de corpo vazio (PCV), em função do peso vivo (PV) e conteúdo corporal de cálcio (Ca) e fósforo (P) em função do peso de corpo vazio.....	72
Tabela 17 -	Estimativa da concentração de cálcio e fósforo em função do peso de corpo vazio.....	72
Tabela 18 -	Exigência líquida (g) de cálcio e fósforo para ganho de 1 kg de peso de corpo vazio (PCV), para cordeiros da raça Corriedale dos 28 aos 38 kg de peso vivo (PV).....	74
Tabela 19 -	Exigência líquida (g) de cálcio e fósforo para ganho de 1 kg de peso vivo, para cordeiros da raça Corriedale dos 28 aos 38 kg de peso vivo.....	75

Tabela 20 -	Estimativa das exigências líquidas (g/dia) de cálcio para ganho em peso vivo de cordeiros da raça Corriedale.....	76
Tabela 21 -	Estimativa das exigências líquidas (g/dia) de fósforo para ganho em peso vivo de cordeiros da raça Corriedale.....	77
Tabela 22 -	Estimativas das exigências dietéticas (g/dia) de cálcio e fósforo para ganho em peso vivo de cordeiros da raça Corriedale.....	78

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C	Graus Celsius
Ca	Cálcio
CEM	Consumo de energia metabolizável
CGI	Conteúdo gastrointestinal
CHT	Carboidratos totais
CMS	Consumo de matéria seca
CNE	Carboidratos não estruturais
EB	Energia bruta
ED	Energia digestível
EE	Extrato etéreo
EL	Energia líquida
EL <sub>g</sub>	Energia líquida de ganho
EL <sub>m</sub>	Energia líquida de manutenção
EM	Energia metabolizável
EM <sub>g</sub>	Energia metabolizável de ganho
EM <sub>m</sub>	Energia metabolizável de manutenção
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
g	Gramas
GMD	Ganho médio diário
kcal	Quilocaloria
k <sub>g</sub>	Eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho
k <sub>m</sub>	Eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção
k <sub>ng</sub>	Eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho
k <sub>nm</sub>	Eficiência de utilização da proteína metabolizável para manutenção
LDA	Lignina
Mcal	Megacaloria
mg	Miligramas
MS	Matéria seca
MSG	Matéria seca gordurosa
MSPD	Matéria seca pré-desengordurada
MM	Matéria mineral
MO	Matéria orgânica
N	Nitrogênio
NDT	Nutrientes digestíveis totais
P	Fósforo
PA	Peso ao abate
PB	Proteína bruta
PC	Produção de calor
PCV	Peso de corpo vazio
PL <sub>m</sub>	Proteína líquida de manutenção
PM	Proteína metabolizável
PM <sub>m</sub>	Proteína metabolizável de manutenção
PM <sub>g</sub>	Proteína metabolizável de ganho
PV	Peso vivo
q <sub>m</sub>	Metabolizabilidade

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	15
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	16
2.1 EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS.....	16
2.2 EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ENERGIA.....	16
2.3 EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE PROTEÍNA.....	18
2.4 EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE CÁLCIO E FÓSFORO.....	19
<b>3 CAPÍTULO 1 - EXIGÊNCIAS DE ENERGIA PARA MANTENÇA E GANHO DE CORDEIROS CORRIEDALE.....</b>	21
RESUMO.....	21
ABSTRACT.....	21
INTRODUÇÃO.....	22
MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
CONCLUSÃO.....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
<b>4 CAPÍTULO 2 - EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA PARA MANTENÇA E GANHO DE CORDEIROS CORRIEDALE.....</b>	43
RESUMO.....	43
ABSTRACT.....	43
INTRODUÇÃO.....	44
MATERIAIS E MÉTODOS.....	45
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
CONCLUSÃO.....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
<b>5 CAPÍTULO 3 - EXIGÊNCIAS DE CÁLCIO E FÓSFORO PARA MANTENÇA E GANHO DE CORDEIROS CORRIEDALE.....</b>	62
RESUMO.....	62
ABSTRACT.....	62
INTRODUÇÃO.....	63
MATERIAIS E MÉTODOS.....	64
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	70
CONCLUSÃO.....	78
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
<b>6 DISCUSSÃO GERAL.....</b>	81
<b>7 CONCLUSÃO GERAL.....</b>	83
<b>8 REFERÊNCIAS.....</b>	84

## 1 INTRODUÇÃO

O conhecimento das exigências nutricionais dos animais, assim como o valor nutritivo dos alimentos é necessário para a formulação de rações balanceadas. No entanto, tem-se poucas informações sobre as exigências nutricionais de ovinos criados em condições brasileiras, deste modo, é preciso utilizar as recomendações de sistemas de avaliação de alimentos e exigências nutricionais internacionais para realizar os cálculos de dietas. No Brasil, os sistemas internacionais mais utilizados para pequenos ruminantes são o sistema americano (National Research Council), os britânicos (Agricultural and Food Research Council e Agricultural Research Council), o francês (Institut National de la Recherche Agronomique) e o australiano (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization).

Entretanto estes sistemas possuem ambiente, alimentos e animais diferentes dos encontrados nas condições brasileiras. A composição corporal e de ganho podem ser influenciados por diversos fatores, como a espécie, ambiente, nutrição, idade, sexo, raça e condições fisiológicas, ou seja, crescimento, gestação ou lactação (ARC, 1980; SILVA, 1996; PIRES et al., 2000), assim, a utilização dessas referências pode comprometer os cálculos de rações, como por exemplo, aumento dos custos para alimentação, desperdício ou deficiência de nutrientes e menor desempenho animal.

A raça Corriedale foi introduzida no Brasil na década de 30, adaptou-se muito bem ao clima e tipos de pastagens, principalmente nos campos da Região Sul. Havia predominância de ovinos da raça Corriedale no Rio Grande do Sul até a década de 90, hoje, por suas características de dupla aptidão permanecem entre as mais utilizadas. Por isto, faz-se necessário maiores investigações quanto as suas exigências nutricionais, pois deste modo é possível manter o aumento da produtividade e lucratividade no sistema de produção.

Na Região Sul do Brasil, estudos sobre as exigências nutricionais foram conduzidos com ovinos cruzas Texel x Ideal (CARVALHO et al., 1999; PIRES et al., 2000), Texel x Ile de France (GALVANI, 2008) e ovinos puros Texel (MARTINS, 2013; GRIEBLER, 2015). Os pesquisadores Geraseev et al., (2000), Baião et al., (2003), entre outros, buscam elaborar tabelas e equações de exigências para as condições brasileiras, entretanto, o número de informações é ainda limitado e insuficiente para definição de normas brasileiras de exigências nutricionais para ovinos.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS

A exigência nutricional pode ser definida pela quantidade de nutrientes disponíveis na dieta dos animais sadios necessária para suprir as suas necessidades fisiológicas. A adequação de dietas para os animais requer o conhecimento das suas exigências nutricionais e do valor nutritivo dos alimentos, que, por meio de métodos específicos, são combinados em proporções adequadas, de modo a conciliar o atendimento das exigências nutricionais dos animais (CABRAL et al., 2008).

A genética, a saúde e a nutrição são pontos importantes do sistema de produção, e estão interligados, quando estes são atendidos é possível maximizar os resultados. As exigências nutricionais em energia, proteína e minerais são afetadas por diversos fatores, entre eles, a idade animal, o tamanho corporal, o taxa de crescimento, o estado fisiológico e a atividade muscular. E ainda, tem-se o fator meio ambiente, este sofre influência da temperatura, umidade, intensidade solar, entre outros.

A estimativa das exigências nutricionais dos animais é realizada com base no conhecimento da composição corporal e do ganho em peso, uma vez que estão diretamente relacionadas (PIRES et al., 2000). O processo de crescimento não consiste apenas no simples acréscimo de água, proteína, gordura e minerais no corpo animal, mas sim no resultado líquido de síntese e degradação, variando de acordo com a composição dos ganhos: músculos, ossos e tecido adiposo (SILVA et al., 2002). A variação na distribuição desses tecidos no corpo do animal conduz a diferenças nos requisitos nutricionais entre raças e cruzamentos (ROBELIN; GEASY, 1984).

### 2.2 EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ENERGIA

A energia pode ser definida como o nutriente mais determinante na limitação da produção de ovinos. O aporte energético insuficiente resulta em retardamento do crescimento, aumento da idade a puberdade, redução da fertilidade, diminuição na produção de lã e leite, além de aumentar a susceptibilidade dos animais a doenças e parasitas (SUSIN, 1996).

Para ruminantes em crescimento e terminação, Lofgreen e Garret (1968) separaram as exigências energéticas do animal em exigência de energia líquida para manutenção e para ganho. A soma das necessidades de manutenção e ganho representa a exigência líquida total de energia

dos animais. Conhecendo-se as exigências líquidas e levando-se em consideração a eficiência de utilização da energia dietética para manutenção e ganho, obtêm-se as exigências de energia metabolizável.

As exigências de energia para manutenção podem ser definidas como sendo a quantidade de energia do alimento que não resultará em ganho nem em perda de energia corporal (GALVANI, 2008), apenas mantêm os processos fisiológicos. Não havendo consumo de alimentos, o incremento calórico é nulo e os componentes de produção de calor são o metabolismo basal e o calor das atividades voluntárias do animal que são considerados iguais as exigências de energia líquida de manutenção (BLAXTER, 1962).

As exigências de energia para manutenção podem ser influenciadas por fatores como raça, sexo, idade, ambiente e estágio fisiológico (NRC, 1996). Estes podem alterar a composição corporal dos animais. Para Ferrell e Jenkins (1985), os gastos de energia de manutenção variam conforme idade, peso do corpo, raça ou espécie, sexo, estado fisiológico, estação do ano, temperatura e nutrição prévia.

As diferenças nas exigências de manutenção podem também ser explicadas, em parte, por variações nas proporções dos tecidos ou órgãos do corpo (LOFGREEN; GARRET, 1968; FERRELL, 1988; GALVANI, 2008). O total de energia gasto pelos órgãos internos, como coração, fígado, rins e intestinos, é maior que a energia gasta pelo tecido muscular. Isto ocorre porque as necessidades dos órgãos internos são maiores que as exigidas pelo tecido muscular (ARC, 1980).

As exigências energéticas para o ganho são calculadas a partir da deposição de energia líquida por quilo de ganho corporal, desse modo, para a determinação dessa exigência é necessário considerar a variação na composição corporal em função do aumento de peso dos animais (ARC, 1980).

Os conteúdos de proteína e gordura no corpo dos animais aumentam à medida que o peso se eleva. Por outro lado, em termos de concentração, ou seja, g/kg de PV ou Mcal/kg de PV, com a elevação do peso corporal, ocorre decréscimo no conteúdo corporal de proteína e aumento na concentração de gordura com incremento paralelo no conteúdo de energia (GONÇALVES, 1988). De acordo com o ARC (1980) à medida que a idade avança, aumenta o conteúdo de gordura e diminui o de proteína no corpo e no ganho de peso.

A composição do corpo vazio é determinante nas exigências nutricionais, sendo que as diferenças observadas na composição do ganho de peso de corpo vazio explicam, por exemplo, a maior exigência de energia para ganho de animais precoces em relação a animais tardios e de fêmeas e machos castrados em relação aos machos inteiros (NRC, 1996).

No NRC (2007) a estimativa das exigências de proteína dos animais são baseadas na concentração energética do ganho, assim permite considerar diferenças associadas a genótipo de maturidade precoce ou tardia. Para isso, as equações ponderam as taxas de retenção de energia e proteína corporal em função do índice de maturidade estabelecido pela razão entre o peso corporal do animal quando o desenvolvimento ósseo é completo e a concentração de gordura no peso de corpo vazio é igual à 25%.

Ao comparar animais de maturidade fisiológica precoce com animais de maturidade tardia, observa-se que os maiores conteúdos corporais de gordura e os menores de proteína estão nos animais de maturidade fisiológica precoce. Isso ocorre devido ao menor potencial dos animais precoces em depositar proteína, e maior tendência em depositar gordura (AFRC, 1993). Segundo Kirton, (1982) as raças de ovinos mais leves quando adultas possuem maior probabilidade de produzirem carcaças com maior engorduramento e menor quantidade de músculos e ossos do que raças com maior peso adulto, quando as carcaças são comparadas na mesma maturidade fisiológica.

O NRC (2007) sugere que os animais de maturidade fisiológica tardia atingem 30% do peso vivo adulto aos 4 meses de idade e 40% do peso vivo adulto aos 8 meses. Já os animais de maturidade fisiológica precoce atingem 60% do peso vivo adulto ao chegar nos 4 meses de idade e 80% do peso vivo adulto aos 8 meses.

No cálculo da dieta de animais de maturidade precoce há um aumento, principalmente energético, e na dieta de maturidade tardia, ocorre essencialmente um aumento proteico. Esse adensamento energético, indicado na formulação para animais de maturidade fisiológica precoce, de acordo com o NRC (2007), contribui para o maior desenvolvimento muscular. Diferentes ingestões de energia e/ou proteína podem implicar em desenvolvimento diferenciado dos tecidos, modificando as proporções corporais (Costa et al., 2006).

### 2.3 EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE PROTEÍNA

A determinação das exigências de proteína, seja para manutenção ou para crescimento, é tão importante quanto à energia (PAULINO et al., 2004). A proteína faz parte da composição dos órgãos e estruturas moles do organismo. Assim, é necessário um contínuo suprimento alimentar durante a vida do animal, para garantir o crescimento e a reposição proteica.

Parte da proteína da dieta é degradada no rúmen e resulta em componentes nitrogenados que serão reutilizados pelos microorganismos para a síntese de proteína microbiana. A utilização da proteína fornecerá aminoácidos que serão absorvidos e utilizados para síntese

protéica do animal (SUSIN, 1996). Segundo os concelhos internacionais AFRC, (1993), CSIRO, (2007) e NRC, (2007) a exigência de proteína metabolizável podem ser definida como o *pool* de aminoácidos absorvidos no intestino delgado, sendo que parte destes aminoácidos são derivados de proteína microbiana e parte de proteína ingerida não.

Conforme Paulino et al., (2004) as exigências de proteína variam em função da raça, sexo e taxa de ganho de peso. O organismo animal possui uma demanda obrigatória por aminoácidos, a qual está relacionada à manutenção do balanço de nitrogênio, ou seja, à reposição do nitrogênio excretado do organismo (PFANDER, 1969). Esta perda, comumente denominada exigência líquida de proteína para manutenção, representa o somatório do nitrogênio endógeno urinário e do nitrogênio endógeno fecal (nitrogênio endógeno basal), além das perdas decorrentes da descamação da epiderme e do nitrogênio retido nos pêlos e na lã (AFRC, 1993). Sugere-se, contudo, que o crescimento da lã em cordeiros é proporcional à taxa de crescimento do animal, sendo a deposição de proteína neste tecido considerada separadamente, como exigência de ganho (ARC, 1980).

Ao fornecer uma dieta ao animal com adequado nível de energia, a proteína degradada no rúmen é suficiente para atender às necessidades protéicas de manutenção do animal (ARC, 1980). Segundo Orskov (1990), se o alimento fornecido possuir nível energético que não atinja a manutenção, a produção de proteína microbiana pode ser insuficiente, deste modo, o organismo perderá gordura e proteína.

Conforme Silva (1999), à medida que a idade avança a exigência protéica do animal diminui. Ao contrário do que ocorre com a energia, em que a maior parte da exigência do animal é representada pela manutenção, com a proteína a maior parte da exigência é representada pelo ganho. Isso ocorre porque as necessidades dos órgãos internos são muito menores do que as exigidas pelo tecido muscular (ARC, 1980).

## 2.4 EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE CÁLCIO E FÓSFORO

Os elementos minerais representam são componentes essenciais na dieta de ruminantes e influenciam potencialmente em sua produtividade, pois atuam como cofatores essenciais para utilização de energia e proteína. Os minerais exercem funções vitais no organismo, com reflexos no desempenho animal, as deficiências de um ou mais elementos minerais podem resultar em desordens nutricionais, levando o animal a desempenhos produtivo e reprodutivo abaixo de seu potencial. Segundo Araújo et al. (2008), os minerais são elementos químicos inorgânicos, presentes em quantidades variadas em todos os animais e plantas, que constituem

órgãos e tecidos em suas estruturas, fluídos corporais e terem papel importante como cofatores em sistemas enzimáticos e hormonais.

O cálcio e o fósforo representam os principais macrominerais presentes no organismo animal, e sua exigência líquida quase, exclusivamente, começou a ser determinada no Brasil, a partir da década de 80 (BAIÃO et al., 2003). A exigência líquida de manutenção para os minerais equivale à quantidade de minerais que atende às perdas inevitáveis do corpo, chamadas de secreções endógenas. A retenção de minerais depende da composição do ganho de peso (ossos, músculo e gordura), maiores deposições de gordura reduzem as deposições de minerais, e assim suas exigências pelos animais, já que a concentração destes elementos inorgânicos no tecido adiposo é menor que nos músculos e ossos (MIRANDA et al., 2006).

Portanto, fatores que modificam a composição do ganho, como tipo de dieta, sexo, grupo genético, idade e peso dos animais, afetam a composição mineral e, deste modo, as exigências líquidas para ganho (PAULINO et al., 1999). Os mesmos fatores que afetam a deposição de gordura no ganho também afetam o depósito dos minerais, destacando-se sexo, grupo genético, idade e peso (BAIÃO et al., 2003).

As exigências nutricionais de macroelementos minerais para crescimento e engorda são, geralmente, estimadas pelo método fatorial (ARC, 1980), que baseia-se nas quantidades líquidas depositadas no corpo do animal para crescimento e engorda, acrescidas das quantidades necessárias para atender às perdas inevitáveis do corpo, ou seja, às secreções endógenas, que são as exigências líquidas de manutenção. A soma das frações de manutenção e produção constitui a exigência líquida total, que, corrigida por um coeficiente de absorção do elemento inorgânico no aparelho digestivo do animal, resulta na exigência dietética do referido mineral (SILVA, 1995).

### 3 CAPÍTULO 1

## EXIGÊNCIAS DE ENERGIA PARA MANTENÇA E GANHO DE CORDEIROS CORRIEDALE

### RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Ovinocultura, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, com o objetivo de determinar a composição corporal e estimar as exigências nutricionais de energia para manutenção e ganho de cordeiros Corriedale. Foram utilizados 42 cordeiros castrados. A dieta foi constituída por silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench), grão de milho (*Zea mays* L.), farelo de soja (*Glycine max* L.) e mistura mineral, sendo calculada para atender às exigências de proteína bruta, energia metabolizável e macrominerais preconizadas pelo NRC (2007), para ganho de 0,200 kg diários. Seis cordeiros foram abatidos após 14 dias de adaptação ao experimento, para determinar a composição corporal inicial, animais referência na metodologia do abate comparativo, 24 animais foram alimentados *ad libitum* e abatidos aos 28, 33 ou 38 kg de PV, e 12 animais foram submetidos a dois níveis de oferta de alimento (70 e 55% do consumo *ad libitum*). O abate destes últimos foi realizado juntamente com aqueles alimentados *ad libitum* e abatidos aos 38 kg de PV. Foram constituídos oito grupos dos componentes corporais nos quais foram determinados os conteúdos de nitrogênio, gordura e energia. Paralelamente seis cordeiros foram submetidos a um ensaio de digestibilidade, com o objetivo de avaliar o valor nutricional da dieta sob os distintos níveis de consumo. A composição corporal variou de 204,05 a 208,23 g de proteína, 101,17 a 175,72 g de gordura e 2106,80 a 2826,21 kcal de energia por kg de peso de corpo vazio (PCV) para cordeiros dos 23 aos 32 kg de PCV. A exigência de energia líquida de manutenção, foi de 61,65 kcal/ kg PV<sup>0,75</sup>/dia. A exigência de energia metabolizável de manutenção foi de 100 kcal/ kg PV<sup>0,75</sup>/dia. As exigências de energia líquidas para ganho variaram de 217 a 585 kcal /kg de PV e as exigências de energia metabolizável para ganho ficaram entre 409 e 1105 kcal/dia para cordeiros dos 28 aos 38 kg de PV.

**Palavras chave:** Crescimento. Nutrição. Ovinos. Retenção energética.

## REQUIREMENTS OF ENERGY FOR MAINTENANCE AND GAIN OF LAMBS CORRIEDALE

### ABSTRACT

This work was made at the Sheep Laboratory, to the Department of Animal Science of the Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, with the objective of determine the body composition and to estimate the nutritional requirements of energy for maintenance and gain of Corriedale lambs. It was used 42 castrated lambs. The diet consisted of sorghum (*Sorghum bicolor* (L) Moench), grain of corn (*Zea mays* L.), soybean (*Glycine max* L.) and mineral mix, and it was calculated to attend the requirements of crude protein, metabolizable energy and macro minerals recommended by NRC (2007), for a daily gain of 0.200 kg. Six lambs were slaughtered after 14 days of adaptation to the experiment, to determine the initial body composition, reference animals in the comparative slaughter methodology, 24 animals were fed *ad libitum* and slaughtered at 28, 33 or 38 kg of BW and 12 animals were submitted at two levels of food supply (70 and 55% of consumption *ad libitum*). The slaughter of the latter was

carried out together with those fed ad libitum and slaughtered at 38 kg of BW. It was formed eight groups of the body components in which were determined the content of nitrogen, fat and energy. And yet, six lambs were undergone to a digestibility trial with the aim of evaluating the nutritional diet value under the different levels of consumption. The lambs were kept into individual metabolic cages under double 3x3 Latin Square Design. In the higher level of dietary restriction it was gotten the highest percentage of apparent digestibility and the biggest energy concentration of the diet. Body composition ranged from 204.05 to 208.23 g protein, 101.17 to 175.72 g fat and 2106.80 to 2826.21 kcal energy per kg empty body weight (EBW) for lambs from 23 to 32 kg of EBW. The requirement for maintenance net energy, represented by fasting heat production, was 61.65 kcal/kg EBW<sup>0.75</sup>/day. The requirement for metabolizable maintenance energy was 100 kcal/kg EBW<sup>0.75</sup>/day. The net energy requirements for gain varied from 217 to 585 kcal/kg of BW and the metabolizable energy requirements for gain were between 409 and 1105 kcal/day for lambs from 28 to 38 kg of BW.

**Key words:** Energetic retention. Growth. Nutrition. Sheep.

## INTRODUÇÃO

A máxima eficiência na produção animal somente será obtida com o conhecimento adequado das exigências nutricionais nas diferentes fases da produção e da composição dos alimentos (AFRC, 1993). A energia é o nutriente mais relevante para o metabolismo animal (ALVES et al., 2008). Por tanto, é necessário garantir o suprimento de energia para obter o adequado desenvolvimento dos animais.

O cálculo das exigências nutricionais para crescimento requer informações sobre a composição química dos tecidos depositados e da eficiência com a qual os constituintes do alimento são convertidos nesses tecidos (GONZAGA NETO, 2003). A composição corporal e ganho podem ser influenciados por diversos fatores, como espécie, ambiente, nutrição, idade, sexo, raça e condições fisiológicas (ARC, 1980; SILVA, 1996; PIRES et al., 2000). Grande parte das dietas para ovinos são balanceadas de acordo com as recomendações de sistemas nutricionais internacionais, como por exemplo, ARC (1980), AFRC (1993), e o NRC (1985<sup>a</sup>, 2007), assim, a utilização dessas referências pode comprometer os cálculos de rações, e ainda, promover desempenho diferente dos estimados por estes sistemas.

As pesquisas sobre exigências nutricionais de ovinos no Brasil, vem sendo desenvolvida por diversos autores, Pires et al., (2000), Galvani, (2008, 2011), Geraseev et al., (2000), Gonzaga Neto (2003). Mesmo os estudos aqui no país trazem uma grande variação entre os resultados obtidos, devido principalmente a diversidade metodológica, climática e de raças ovinas. A raça Corriedale foi introduzida no Brasil na década de 30, adaptou-se a Região Sul do país. Desde a década de 90, permanece entre as mais utilizadas por suas características

de dupla aptidão. Por isto, faz-se necessário maiores investigações quanto as suas exigências nutricionais, pois deste modo é possível manter o aumento da produtividade e lucratividade no sistema de produção.

Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de determinar a composição corporal e estimar as exigências líquida e metabolizável de energia para manutenção e ganho de cordeiros da raça Corriedale.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Abate comparativo

#### Local e época

O experimento foi realizado no Laboratório de Ovinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Localizada a altitude de 95m, latitude de 29°43' Sul e longitude de 53°42' Oeste sendo, o clima, o do tipo Cfa, subtropical úmido, segundo a classificação de Köppen. O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da mesma instituição (076/2014), e desenvolvido no período de Março de 2013 a Fevereiro de 2017.

#### Animais, instalações, tratamento e dieta experimental

Foram utilizados 42 cordeiros, machos castrados, da raça Corriedale, desmamados, e confinados em baias individuais com 2 m<sup>2</sup> providas de comedouro e bebedouro. Após o período de adaptação, seis animais foram aleatoriamente selecionados e abatidos, servindo como referência na metodologia do abate comparativo (ARC, 1980). Dentre os remanescentes, dezoito animais foram alimentados *ad libitum* e abatidos aos 28, 33 ou 38 kg de peso vivo (PV). Os demais, doze animais, submetidos a dois níveis de restrição alimentar, de forma a obterem-se diferentes níveis de consumo de energia metabolizável: 70 e 55% do consumo *ad libitum*, expresso em percentual do peso vivo, utilizados para calcular a exigência de manutenção. O abate destes últimos foi realizado juntamente com aqueles abatidos aos 38 kg de PV, independentemente do peso em que se encontravam.

A dieta foi constituída por silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench), grão de milho (*Zea mays* L.), farelo de soja (*Glycine max* L.) e mistura mineral, sendo calculada para atender às exigências de proteína bruta, energia metabolizável e macrominerais preconizadas pelo NRC (2007), para ganho de 0,200 kg diários. As composições bromatológica dos ingredientes utilizados na formulação da dieta experimental estão apresentadas na Tabela 1.

As proporções dos ingredientes e composição bromatológica da dieta experimental estão apresentados na Tabela 2. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, em horários pré-estabelecidos às 8:00 e às 16:00 horas. A quantidade ofertada aos animais alimentados *ad libitum* foi ajustada para manter as sobras em 10% do total oferecido. Diariamente foram coletadas amostras do alimento oferecido e de suas respectivas sobras as quais foram congeladas para posteriores análises laboratoriais.

Os animais foram pesados no início do período experimental e a cada intervalo de 14 dias, após submetidos a um jejum prévio de sólidos por aproximadamente 14 horas. O intervalo entre as pesagens foi reduzido na medida em que os animais se aproximavam do peso de abate.

Tabela 1 - Teores médios de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, carboidratos totais, carboidratos não estruturais, cinzas, nutrientes digestíveis totais, energia líquida, cálcio e fósforo dos ingredientes utilizados na formulação da dieta experimental

Item (%)	Silagem de sorgo	Milho quebrado	Farelo de soja	Calcário Calcítico
Matéria Seca	94,46	93,60	95,48	99,00
Matéria Orgânica	93,06	98,47	93,28	0,46
Proteína Bruta	6,79	8,96	52,30	0,00
Extrato Etéreo	4,27	6,16	3,41	0,00
Fibra em Dergente Neutro	57,66	14,39	13,14	0,00
Fibra em Detergente Ácido	36,88	1,92	11,74	0,00
Carboidratos Totais	83,39	83,35	37,57	0,00
Carboidratos Não Estruturais	27,98	75,11	24,78	0,00
Cinzas	5,19	1,43	6,37	97,33
Nutrientes Digestíveis Totais <sup>1</sup>	57,23	87,24	81,54	0,00
Energia Líquida <sup>2</sup> , kcal	1,28	2,01	1,88	0,00
Calcio <sup>1</sup>	0,30	0,03	0,34	37,33
Fósforo <sup>1</sup>	0,18	0,25	0,58	0,03

<sup>1</sup>Valor tabelado (VALADARES FILHO et al., 2006)

<sup>2</sup>Valor calculado segundo Moe e Tyrrel (1976), EL = (0,0245 x % NDT) – 0,12

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição bromatológica da dieta experimental

<b>Ingredientes</b>	<b>Proporção dos ingredientes (%MS)</b>
Silagem de sorgo	50,00
Milho quebrado	22,75
Farelo de soja	25,58
Calcário calcítico	1,66
<b>Composição bromatológica (%MS)</b>	
Matéria seca	61,99
Matéria orgânica	93,48
Proteína bruta	18,81
Extrato etéreo	4,40
Fibra em detergente neutro	36,04
Fibra em detergente ácido	21,88
Carboidratos totais	70,26
Carboidratos não estruturais	37,41
Cinzas	4,54
Nutrientes digestíveis totais	67,66
Energia líquida, kcal	1,58
Cálcio	0,88
Fósforo	0,42

#### Abate, dissecação e composição das amostras

No abate, os animais foram pesados, insensibilizados, posteriormente, sacrificados através da secção das artérias carótidas e veias jugulares, efetuando-se a coleta total do sangue. Após a esfolagem e evisceração foram pesados individualmente: sangue, pele, patas, cabeça, fígado, pulmões e traquéia, coração, rins, gordura do coração, gordura renal, esôfago, língua, timo, baço, diafragma, bexiga, pênis, testículos, gordura associada ao aparelho reprodutor e gordura associada ao trato gastrointestinal. O rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino grosso e intestino delgado foram pesados cheios e, após esvaziamento e minuciosa lavagem, foram pesados novamente, obtendo-se, por diferença, o peso de conteúdo gastrointestinal (CGI). O peso de corpo vazio (PCV) foi obtido pela diferença entre PV e CGI, bexiga e urina. A lã foi removida da pele com auxílio de máquina de tosquia elétrica.

As carcaças foram pesadas e, então, acondicionadas em câmara frigorífica à temperatura de 4°C por um período de 24 horas. Foram novamente pesadas e longitudinalmente seccionadas sendo, as meias carcaças direitas, submetidas à separação em perna, paleta, costela e pescoço, de acordo com a metodologia descrita por Osório et al., (1998). Os cortes foram separados em porção comestível (músculo, gordura e outros) e ossos. Da mesma forma, a cabeça, após

seccionada ao meio, e duas patas (uma anterior e uma posterior) de cada animal, foram separadas.

Foram constituídos oito grupos dos componentes corporais, conforme a Tabela 3, sendo que os sete primeiros, após trituração em moedor de carnes elétrico, foram retiradas amostras de aproximadamente 0,5 kg, e o oitavo grupo foi composto por pequenas porções (aproximadamente 10%) de cada osso com auxílio de serra fita. As amostras foram acondicionadas em recipientes plásticos e congeladas para posteriores análises laboratoriais.

Tabela 3 – Componentes corporais que constituem as amostras dos cordeiros Corriedale

<b>Grupo</b>	<b>Nome</b>	<b>Componentes da amostra</b>
1	Órgãos internos	Pulmão e traquéia, coração, cérebro, rins, esôfago, língua, timo, baço, pâncreas, diafragma, bexiga, fígado
2	Trato gastrointestinal	Rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino grosso e intestino delgado
3	Gordura interna	Gordura do coração, renal, associada ao aparelho reprodutor e ao trato gastrointestinal
4	Sangue	Total coletado
5	Porção comestível	Músculo, gordura e outros
6	Pele	Pele
7	Lã	Lã
8	Ossos	Ossos

#### Componentes corporais

À exceção das amostras de sangue, as amostras de cada grupo dos componentes corporais foram moídas e após retirada uma alíquota de 200g colocadas em Becker com capacidade de 500 ml e levadas à estufa a 105°C, por um período de, no mínimo, 72 horas, para determinação da matéria seca gordurosa (MSG). Em seguida, as mesmas foram sucessivamente lavadas com éter de petróleo, para obtenção da matéria seca pré-desengordurada (MSPD) (KOCK; PRESTON, 1979).

Após obter a MSPD, as amostras foram trituradas em moinho de bola, para posteriores determinações de nitrogênio total, no espectrômetro de massa (IRMS), e de gordura segundo Bligh e Dyer (1959). A gordura removida no pré-desengorduramento foi calculada pela

diferença entre a MSG e a MSPD, cujo resultado foi adicionado aos valores obtidos de gordura residual na MSPD, para determinação do teor total de gordura na amostra.

As amostras de sangue foram acondicionadas em bandejas de alumínio e levadas à estufa de ventilação forçada a 65°C por aproximadamente 96 horas, para determinação da matéria parcialmente seca (MPS). Posteriormente foram moídas em moinho de bola para às determinações de MS e N como descrito anteriormente.

## Ensaio de digestibilidade

### Instalações, animais e procedimentos

Para o ensaio de digestibilidade foram utilizados seis cordeiros Corriedale, mantidos em gaiolas metabólicas em delineamento experimental quadrado latino 3x3, sob três tratamentos: alimentação *ad libitum*, consumo equivalente a 70% do consumo *ad libitum* expresso em % PV e consumo equivalente a 55% do consumo *ad libitum* expresso em % PV. O ensaio foi conduzido em três períodos de 21 dias, sendo 15 dias de adaptação às dietas e sete dias de coleta de amostras.

As quantidades oferecidas e as sobras foram mensuradas diariamente durante todo o período experimental. A urina foi coletada em frascos contendo 100 ml de uma solução de ácido sulfúrico a 20% (v/v). Amostras de fezes (aproximadamente 10% do total) e de urina (1% do volume total) foram coletadas diariamente. As amostras de urina foram diluídas com água destilada para completar um volume de 50 ml e congeladas (-20°C) para posteriores análises. As amostras diárias das sobras, das fezes e da urina foram compostas por animal.

A energia digestível (ED) da dieta, nos três níveis de consumo, foi obtida pela diferença entre a quantidade de energia bruta (EB) ingerida e as excretada nas fezes. As concentrações de energia metabolizável (EM) foram estimadas pela diferença entre a energia digestível e a perda de energia urinária (PALADINES et al., 1964) e sob a forma de metano (BLAXTER; CLAPPERTON, 1965).

### Análises laboratoriais de alimentos, sobras, fezes e urina

As amostras dos alimentos fornecidos, sobras e fezes, foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada a 55°C por aproximadamente 72 horas sendo, em seguida, moídas em moinho tipo “Willey” com peneira de 2 mm e acondicionadas em frascos identificados.

Foram determinados, nas amostras de alimento e sobras, os teores de matéria seca (MS) por secagem em estufa a 105°C durante 16 horas. O conteúdo de matéria mineral (MM) foi determinado por combustão a 600°C durante 4 horas (SILVA; QUEIROZ, 2002). O teor de

nitrogênio total (N) foi determinado pelo método Kjeldahl (Método 984.13, AOAC, 1997). A determinação dos teores de extrato etéreo (EE) foi realizada de acordo com Silva e Queiroz (2002).

Para determinação da concentração de fibra em detergente neutro (FDN) as amostras foram acondicionadas em saquinhos de poliéster (KOMAREK, 1993) tratados com solução detergente neutro em autoclave a 110°C por 40 minutos (SENGER et al., 2008), para as amostras de concentrado foi incluída  $\alpha$ -amilase (MERTENS, 2002). As concentrações de fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LDA) foram determinadas de acordo com a AOAC (1997, método 973.18). Os carboidratos totais (CHT) foram determinados segundo Sniffen et al., (1992) e os carboidratos não estruturais (CNE), pela diferença entre CHT e FDN. Os valores de energia bruta (EB) foram determinados mediante o uso de bomba calorimétrica (Parr, Calorímetro Adiabático, EUA), segundo Silva e Queiroz (2002).

Nas amostras de fezes foram determinados os teores de EB, FDN, MS, MO e PB.

#### Concentrações de energia

A concentração corporal de energia foi calculada utilizando-se os equivalentes calóricos da gordura e da proteína, segundo o ARC (1980):

$$\text{Energia corporal (kcal)} = (9,40 \times \text{Gordura corporal, g}) + (5,64 \times \text{Proteína corporal, g})$$

As concentrações corporais de gordura e proteína bruta foram determinadas em função das concentrações percentuais destas nas distintas amostras de componentes corporais. O somatório dos valores, expressos em gramas (g), forneceu o total de cada componente químico, assim, possibilitou o cálculo de seus percentuais no PCV.

#### Composição corporal de energia

Para predição da composição corporal dos animais foi adotada a equação de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de energia em função do logaritmo do peso de corpo vazio, preconizada pelo ARC (1980). Para predição do PCV foi utilizada a equação de regressão do PCV, em função do PV ao abate.

#### Exigências de energia para manutenção

A exigência de energia líquida para manutenção ( $EL_m$ ) foi determinada pela regressão do logaritmo da produção de calor (PC) em função do consumo de energia metabolizável (CEM), expressos em Kcal/kg  $PV^{0,75}$ /dia, extrapolando-se a equação para o nível zero de CEM, segundo metodologia descrita por Lofgreen e Garret (1968), onde:

$$PC = EM \text{ ingerida (Kcal/kg PV}^{0,75}\text{/dia)} - \text{energia retida (Kcal/kg PV}^{0,75}\text{/dia)}$$

Para conversão da  $EL_m$  em exigência de energia metabolizável para manutenção ( $EM_m$ ), foi utilizada a equação da eficiência de utilização da EM preconizada pelo AFRC (1993), onde  $k_m = 0,503 + 0,35q_m$ , sendo  $k_m$  a eficiência de utilização da EM para manutenção, e  $q_m$  a metabolizabilidade da dieta, obtida pela razão entre os teores de energia metabolizável e energia bruta da dieta ( $q_m = EM / EB$ ). Dividindo-se a  $EL_m$  pelo valor de  $k_m$ , obter-se-á o valor de  $EM_m$ .

Outra forma usada para calcular a  $EM_m$  foi considerar o ponto de equilíbrio da equação de regressão entre o logaritmo da produção de calor ( $PC$ , kcal/kgPV<sup>0,75</sup>/dia) e o consumo de energia metabolizável ( $CEM$ , kcal/kgPV<sup>0,75</sup>/dia), Lofgreen e Garret (1968). O ponto de equilíbrio da equação de regressão foi calculado com o auxílio do programa matemático Wolfram alpha.

#### Exigências de energia para ganho de peso

A exigência de energia líquida para ganho ( $EL_g$ ) de peso de corpo vazio foi estimada derivando-se a equação do conteúdo corporal deste constituinte, em função do logaritmo do PCV, obtendo-se uma equação do tipo:

$$Y = b \times 10^a \times X^{(b-1)}$$

Para conversão dos valores de  $EL_g$  em energia metabolizável para ganho ( $EM_g$ ), foi utilizada a equação da eficiência de utilização da EM preconizada pelo AFRC (1993), onde  $k_g = 0,006 + 0,78q_m$ , sendo  $k_g$  a eficiência de utilização da  $EM_g$ , e  $q_m$  a metabolizabilidade da dieta. Dividindo-se a  $EL_g$  pelo valor de  $k_g$ , obteve-se os valores de  $EM_g$ .

#### Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento utilizado foi o Inteiramente Casualizado. Os dados foram submetidos à análise de regressão segundo o modelo:

$$Y_{ij} = \alpha + \beta x_{ij} + \phi$$

Em que:

$Y_{ij}$  = Observação da variável dependente correspondente à repetição da independente  $j$  sob o tratamento de ordem  $i$ ,  $\alpha$  = intercepto,  $\beta$  = coeficiente de regressão,  $x_{ij}$  = observação da variável independente associado à repetição de ordem  $j$  sob tratamento de ordem  $i$ ,  $\phi$  = Desvios da regressão.

No ensaio de digestibilidade foi utilizado um delineamento experimental quadrado latino 3x3, de acordo com o modelo:

$$Y_{lij}(k) = \mu + \gamma_l + \tau_i + (\gamma\tau)li + \alpha_j + \beta_k + \varepsilon_{lij}(k)$$

Em que:

$Y$  = observações das variáveis dependentes associadas ao  $k$ -ésimo animal no  $l$ -ésimo período sob o  $i$ -ésimo nível de alimentação,  $\mu$  = média geral das observações,  $\gamma$  = efeito do quadrado,  $\tau$  = efeito do nível de alimentação,  $\gamma\tau$  = efeito da interação entre os quadrados e os níveis de alimentação,  $\alpha$  = efeito do período,  $\beta$  = efeito do animal,  $\varepsilon$  = erro aleatório residual.

Todas as análises foram realizadas em nível de 5% de significância através do procedimento GLM.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Consumo e desempenho dos animais nos diferentes níveis de alimentação

Na Tabela 4 são apresentados os dados correspondentes aos diferentes níveis de alimentação. As variáveis consumo de matéria seca, matéria orgânica e energia metabolizável são expressas em função do peso metabólico ( $\text{g/kg PV}^{0,75}/\text{dia}$ ). A variável ganho médio diário foi expressa em  $\text{g}/\text{dia}$ . Para o nível de alimentação *Ad libitum* foram utilizados os dados referentes aos animais que receberam alimentação a vontade, com ajuste diário para manter as sobras em 10% da oferta, e abatidos aos 38 Kg de PV.

Nos animais submetidos a alimentação *Ad libitum* foi obtido os maiores consumos de matéria seca, matéria orgânica e energia metabolizável e apresentaram o maior ganho médio diário. Com o aumento da restrição alimentar observa-se que os valores vão decrescendo e para a variável ganho médio diário este decréscimo foi linear e significativo ( $P < 0,05$ ).

Tabela 4 – Consumos ( $\text{g/kg PV}^{0,75}/\text{dia}$ ) e ganho de peso médio diário ( $\text{g}/\text{dia}$ ) de cordeiros em diferentes níveis de alimentação

Variável	Nível de alimentação			CV	R <sup>2</sup>	P L
	<i>Ad libitum</i>	70%	55%			
CMS	78,17	56,01	45,32	14,29	75,30	ns
CMO	71,57	52,43	41,25	13,70	76,70	ns
CEM	221,85	175,42	141,94	19,54	50,93	ns
GMD	159,20	62,83	33,67	51,00	65,27	***

CMS = consumo de matéria seca; CMO = consumo de matéria orgânica; CPB = consumo de proteína bruta; CEM = consumo de energia metabolizável; GMD = ganho médio diário; CV = coeficiente de variação (%); R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinação; P = probabilidade do efeito linear (L), onde ns = não significativo e \*\*\* =  $P < 0,05$ .

Nos animais ruminantes, o consumo é regulado por mecanismos fisiológicos, físicos ou psicogênicos (CABRAL, et al., 2008). Estes autores atribuem aos mecanismos fisiológicos o consumo de acordo com as exigências energéticas dos animais, principalmente quando a dieta é rica em concentrado, para o mecanismo físico é atribuída a capacidade de enchimento do rúmen, presente nas dietas ricas em volumoso. Segundo Mertens, (1994), o mecanismo psicogênico pode ser relacionado aos aspectos de cheiro, palatabilidade do alimento, e ao ambiente em que é oferecido o alimento.

Os valores de CMS do presente estudo são inferiores aos preditos no AFRC (1993) e NRC (1985, 2007). No entanto, para esta mesma variável, os resultados foram superiores aos encontrados por Galvani (2008), sendo 66,3; 44,5 e 33,9 g/kg PV<sup>0,75</sup>/dia, para os níveis de alimentação *ad libitum*, 70 e 55% de restrição alimentar, respectivamente. Em contrapartida, os valores de GMD no presente estudo foram inferiores aos reportados pelo autor supracitado, para os níveis de alimentação *ad libitum* e 70% de restrição alimentar, o que sugere que os animais do presente experimento tiveram um desempenho inferior.

Os valores encontrados por Martins (2013) para o CMS foram de 70,21, 54,49 e 41,19 g/kg PV<sup>0,75</sup>/dia, e para GMD foram de 230, 160 e 60 g/dia, para os níveis de alimentação *ad libitum*, 70 e 55% de restrição alimentar, respectivamente. Os valores de CMS são em média 7,33% inferiores ao do presente estudo. No entanto, os animais estudados por Martins (2013) obtiveram maiores ganhos, e assim, melhor desempenho produtivo.

#### Digestibilidade e concentração energética

Com o aumento do nível de alimentação houve elevação nos percentuais de digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica e nitrogênio (Tabela 5).

Tabela 5 – Digestibilidade aparente (%) e concentração energética da dieta sob os diferentes níveis de alimentação

Variável	Nível de alimentação			CV	P	
	<i>Ad libitum</i>	70%	55%		L	Q
Digestibilidade Aparente (%)						
MS	72,13	68,60	65,70	5,29	**	Ns
MO	76,83	74,70	76,00	3,07	Ns	Ns
N	78,20	76,00	77,30	2,70	Ns	Ns
ED (Mcal/KgMS)	3,35	3,28	3,36	3,16	Ns	Ns
EM (Mcal/KgMS)	2,94	2,86	2,94	3,37	Ns	Ns

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; N = nitrogênio; ED = energia digestível; EM = energia metabolizável; CV = coeficiente de variação (%); P = probabilidade do efeito linear (L) ou quadratico (Q), onde ns = não significativo  $P < 0,05$  e \*\* = significativo  $P < 0,05$ .

Houve efeito linear significativo ( $P < 0,05$ ) para a variável digestibilidade aparente da matéria seca nos distintos níveis de alimentação. No entanto, o efeito foi decrescente com o aumento do nível de restrição. Esse resultado não era esperado, pois, com o nível de consumo mais baixo a digestibilidade dos alimentos é favorecida, devido ao maior tempo de permanência do alimento no rúmen, o que reduz a taxa de passagem, melhorando o aproveitamento pelos microrganismos ruminais e pelo animal. A maior disponibilidade de alimentos para os animais com alimentação à vontade permitiu que houvesse maior seletividade, comportamento característico da espécie ovina, e assim, favoreceu a digestibilidade da dieta dos animais do tratamento *ad libitum*. Os autores Alves et al., (2008), em estudo com caprinos Moxotó, encontraram resultados semelhante ao do presente estudo, e coeficiente de digestibilidade da MS (%) de 79,05, 67,01, 65,83 para os níveis de alimentação *Ad libitum*, 70 e 55% de restrição, respectivamente.

Não houve efeito linear nem quadrático significativo ( $P < 0,05$ ) na digestibilidade aparente da matéria orgânica, nitrogênio, energia digestível e metabolizável, com o aumento do nível de alimentação. Estes resultados podem ser atribuídos a ausência de limitação, pelos níveis de alimentação, da atividade microbiana dos microrganismos ruminais, pois esses, não interferiram na digestibilidade da dieta.

O valor da relação entre a EM:ED foi o mesmo nos diferentes níveis de alimentação, e correspondeu a 0,87, este resultado está acima do sugerido pelo NRC (2007), de 0,82, e do estudo realizado por Griebler (2015) que foram de 0,85 (*ad libitum*), 0,84 (70% restrição) e 0,84 (55% de restrição). Segundo os autores Vermorel e Bickel, (1980) os maiores valores da relação energia metabolizável e energia digestível da dieta, para ovinos em crescimento, caracteriza menores perdas de energia na forma de gases e nitrogênio urinário, esta energia é revertida em energia para ganho de peso.

#### Concentrações corporais de água, proteína, gordura e energia

As concentrações corporais de água, proteína, gordura e energia dos animais nos diferentes pesos estão apresentados na Tabela 6. A concentração de água foi reduzindo com o aumento do peso de corpo vazio, no entanto, para as concentrações de proteína total, gordura total e energia total foi observado acréscimo conforme o peso de corpo vazio animal aumentou.

O PCV dos cordeiros foi estimado em função do PV dos animais referência e dos alimentados *ad libitum*:

$$\text{PCV} = - 1,3344 + 0,8615 \times \text{PV} \quad (R^2 = 88,20)$$

Tabela 6 – Concentrações corporais de água, proteína, gordura e energia de cordeiros da raça Corriedale dos 28 aos 38 kg de peso vivo

Variável	Peso Vivo (kg)				CV
	AI	28	33	38	
PV, kg	28,75	28,83	32,90	38,02	8,33
PCV, kg	23,63	23,31	26,49	32,20	7,00
<i>Proteína, g/kg PCV</i>					
Corpo	158,20	155,89	152,87	141,74	7,04
Lã	45,85	46,55	52,97	66,49	26,87
<i>Gordura, g/kg PCV</i>					
Corpo	97,25	133,25	143,75	168,35	24,44
Lã	3,92	4,14	5,21	7,37	51,53
<i>Energia, kcal/kg PCV</i>					
Corpo	1806,40	2119,9	2139,8	2381,9	14,32
Lã	300,45	313,58	316,61	444,34	23,19
<i>Total</i>					
Água, g/kg PCV	565,97	544,82	536,07	489,80	5,05
Proteína, g/kg PCV	204,05	202,44	205,84	208,23	8,42
Gordura, g/kg PCV	101,17	137,39	148,96	175,72	24,17
Energia, kcal/kg PCV	2106,80	2433,50	2456,40	2826,20	14,02

PV = Peso Vivo; PCV = Peso de Corpo Vazio; CV = Coeficiente de Variação (%)

Observando os resultados da Tabela 6, pode-se concluir que os teores de água e gordura no corpo animal foram inversamente proporcionais, pois, os animais mais pesados apresentam menor teor de água e maior de gordura. O aumento na concentração de energia é atribuído ao acréscimo no teor de gordura, pois, cada uma 1 g deste nutriente apresenta 9,4 kcal de equivalente calórico. Segundo o CSIRO (1990), a variação na deposição de gordura corporal pode ser atribuída ao grau de maturidade corporal e a raça dos animais. Ao comparar animais de maturidade fisiológica precoce, animais da raça Corriedale, com animais de maturidade tardia, observa-se que os maiores conteúdos corporais de gordura e os menores de proteína estão nos animais de maturidade fisiológica precoce. Isso ocorre devido ao menor potencial dos animais precoces em depositar proteína, e maior tendência em depositar gordura (AFRC, 1993).

Segundo o ARC (1980) as concentrações de energia no corpo vazio de cordeiros lanados dos 15 aos 20 kg PCV, correspondem a 1,98 e 2,27 Mcal/kg PCV, valores inferiores ao do presente estudo com cordeiros Corriedale. Para Silva (2000), a composição corporal de energia em cordeiros lanados dos 13 aos 23 kg PCV, foi de 2,41 e 2,68 Mcal/kg PCV. Os autores Pires et al., (2000) relataram para cordeiros Texel x Ideal, concentração energética variando entre 1687 a 2384 kcal/kg PCV, respectivamente, para os PCV de 13,1 e 28,2 kg. Para Galvani et al.,

(2009) em estudo com cordeiros Texel x Ile de France, concentração energética variando entre 1661 a 2172 kcal/kg PCV, respectivamente, para os PCV de 13,1 e 28,2 kg.

Em estudo com animais da raça Texel, Martins (2013), verificou concentrações corporais de energia entre 1830,92 e 2214,21 kcal/kg de energia, na faixa de 21 a 32 kg de PCV, valores próximos aos verificados neste estudo. A concentração corporal de energia no presente estudo foi superior aos dos estudos citados, esta diferença pode ser atribuída ao custo energético para a deposição de gordura, no caso dos ovinos lanados representados pela raça Corriedale.

A partir das informações da composição corporal foram obtidas as equações de predição da composição corporal de proteína, gordura e energia para os animais dos diferentes pesos, conforme a Tabela 7.

Tabela 7 – Equações de regressão para estimativa da composição corporal (proteína, gordura e energia) de cordeiros da raça Corriedale dos 28 aos 38 kg de peso vivo

Variável	Equação de regressão	R <sup>2</sup>
<i>Corpo livre de lã</i>		
Proteína	<i>Log</i> Proteína, g = 2,6116 + 0,695 <i>Log</i> PCV,kg	92,33
Gordura	<i>Log</i> Gordura, g = 0,7244 + 1,9759 <i>Log</i> PCV,kg	96,83
Energia	<i>Log</i> Energia, kcal = 3,0026 + 1,2397 <i>Log</i> PCV,kg	99,89
<i>Lã</i>		
Proteína	<i>Log</i> Proteína, g = 2,6151 + 0,3279 <i>Log</i> PCV,kg	89,62
Gordura	<i>Log</i> Gordura, g = 1,4924 + 0,385 <i>Log</i> PCV,kg	92,53
Energia	<i>Log</i> Energia, kcal = 3,4243 + 0,3343 <i>Log</i> PCV,kg	88,77

#### Exigência líquida de energia para manutenção

A exigência líquida de energia para manutenção ( $EL_m$ ) foi obtida através da equação de regressão do logaritmo da produção de calor e do consumo de energia metabolizável, *Log* PC (kcal/kg  $PV^{0,75}$ /dia) = 1,79 + 0,0021 x CEM (kcal/kg  $PV^{0,75}$ /dia), conforme a Figura 1.

Ao extrapolar a equação ao nível zero de CEM, o antilog do valor que intercepta o eixo y (1,79) representa a  $EL_m$ , que correspondeu a 61,65 kcal/kg  $PV^{0,75}$ /dia. Este valor é próximo aos reportados pelos sistemas internacionais ARC (1980) de 62,2 kcal/kg  $PV^{0,75}$ /dia, CSIRO (1990) de 62 kcal/kg<sup>0,75</sup> PV, AFRC (1993) de 62,2 kcal/kg<sup>0,75</sup> PV, NRC (2007) de 62 kcal/kg<sup>0,75</sup> PV e pelo CSIRO (2007) de 66 kcal/kg<sup>0,75</sup> PV. E ainda, a  $EL_m$  encontrada no presente estudo é 9,16% superior a citada pelo NRC (1985a), que corresponde a 56 kcal/kg  $PV^{0,75}$ /dia.

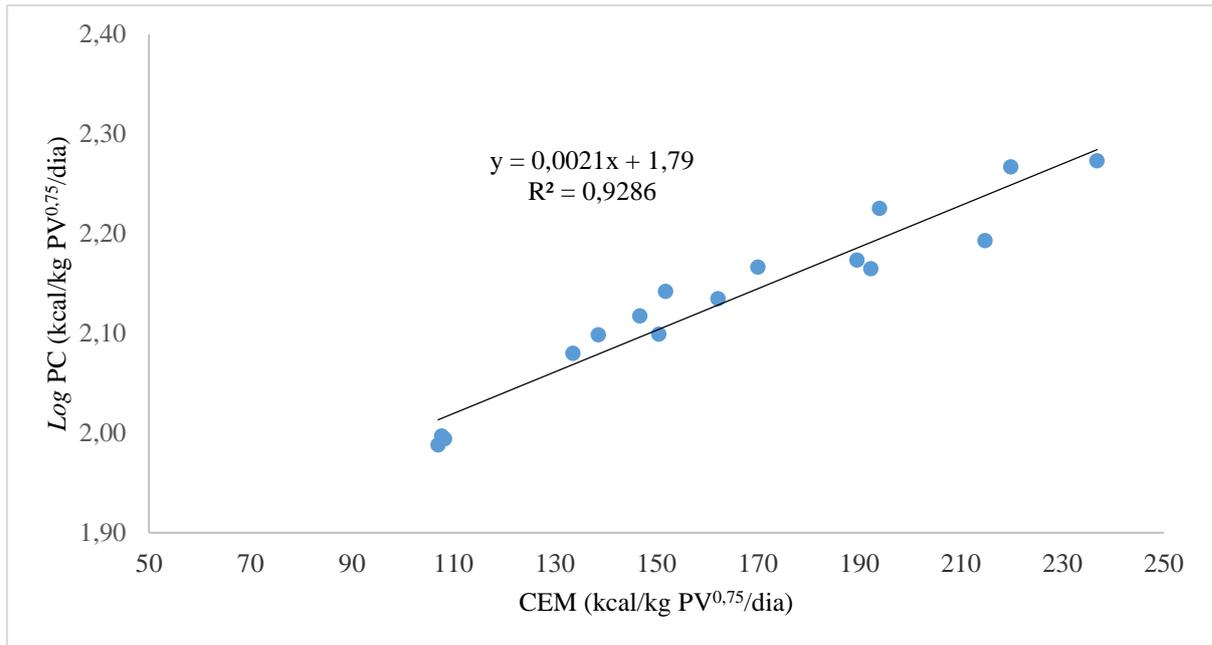


Figura 1 – Estimativa da produção de calor (PC) em função do consumo de energia metabolizável (CEM).

Segundo o NRC (2007) a exigência de energia líquida de manutenção pode ser definida como a quantidade de energia que é necessária para manter o metabolismo basal e as atividades voluntárias, deve-se levar em consideração que existem fatores que causam variações nas exigências de manutenção dos animais, entre eles estão, a idade, o sexo e os fatores ambientais. E ainda, pode haver influência dos fatores raça e estágio fisiológico (NRC, 1996), uma vez que estes podem alterar a composição corporal dos animais. Para Ferrell e Jenkins (1985), os gastos de energia de manutenção variam conforme idade, peso do corpo, raça ou espécie, sexo, estado fisiológico, estação do ano, temperatura e nutrição prévia.

Nos estudos realizados no Brasil também são observadas variações nos valores de exigências de energia líquida de manutenção entre diferentes genótipos utilizados para as pesquisas. Os autores Gonzaga Neto et al., (2005), encontraram  $EL_m$  de 52,5 kcal/kg PV<sup>0,75</sup>/dia para cordeiros da raça Morada Nova, este valor é 14,84% inferior ao observado no presente estudo. O autor Galvani (2008), obteve a  $EL_m$  de 58,4 kcal/kg PV<sup>0,75</sup>/dia para cordeiros cruza Texel x Ile de France, e Martins (2013), encontrou o valor de 56,49 kcal/kg PV<sup>0,75</sup>/dia para cordeiros Texel, estes valores são 5,27 e 8,36% inferiores, respectivamente, ao obtido no presente estudo. No entanto, Galvani (2011), em estudo com cordeiros cruza Dorper x Santa Inês, estimou  $EL_m$  de 71,6 kcal/kg PV<sup>0,75</sup>/dia, e os autores Silva et al., (2003) reportaram a  $EL_m$  de 75,04 kcal/kg PV<sup>0,75</sup>/dia para cordeiros Ile de France x Ideal.

Segundo o ARC (1980), a composição corporal dos ovinos na fase de crescimento pode variar de acordo com a raça e o sexo. Ao comparar animais da raça Merino com outros genótipos, este sistema determinou, que a composição de proteína entre os tipos raciais é similar, mas existe diferença entre os sexos, sendo que para machos castrados e inteiros há maior concentração de proteína do que para as fêmeas. Para a gordura é atribuído que existe diferença entre as raças e os sexos de forma decrescente para os machos Merino castrados, fêmeas, machos castrados e machos inteiros, mas de outros genótipos.

No presente estudo, os animais foram mantidos em confinamento durante o período de Janeiro a Junho de 2014, grande parte dos animais foram abatidos ainda no período do verão quando as temperaturas mantiveram-se elevadas. As temperaturas médias dos meses de Janeiro, Fevereiro, Março, Abril, Maio e Junho foram de 26,9, 26,3, 22,8, 20,75, 16,72, 14,47°C, respectivamente, segundo dados fornecidos pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Esse ambiente pode ter influenciado os consumos dos animais alimentados *ad libitum*, e conseqüentemente as exigências obtidas pelo estudo com os animais da raça Corriedale. O nível de ingestão pode afetar a taxa metabólica basal de ovinos e bovinos, e assim, alterar as exigências de manutenção destes animais (NRC, 1985).

#### Exigência de energia metabolizável para manutenção

Segundo a equação preconizada pelo AFRC (1993), onde  $k_m = 0,503 + 0,35q_m$ , é possível converter a exigência de energia líquida para manutenção ( $EL_m$ ) em exigência de energia metabolizável para manutenção ( $EM_m$ ). A metabolizabilidade da dieta ( $q_m$ ) foi de 0,67, o que corresponde ao valor da eficiência de utilização da EM para manutenção ( $k_m$ ) de 0,74. Ao dividir a  $EL_m$  pelo valor de  $k_m$ , obteve-se o valor de  $EM_m$  de 83,31 kcal/kg  $PCV^{0,75}$ .

A  $EM_m$  também pode ser determinada pelo ponto de equilíbrio entre a produção de calor (PC) e o consumo de energia metabolizável (CEM), conforme a Figura 1, desta forma, correspondeu a 100 kcal/kg  $PV^{0,75}/dia$ , ou seja, quando o CEM foi igual a PC. No presente estudo, considera-se como a  $EM_m$ , o valor obtido pelo ponto de equilíbrio, ou seja, 100 kcal/kg  $PV^{0,75}/dia$ , pois este resultado foi adquirido com os dados dos animais utilizados na presente pesquisa.

Segundo o ARC (1980), a  $EM_m$  é equivalente a 104 kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia, este valor é próximo ao encontrado no presente estudo. Para Silva (2000), a  $EM_m$  para cordeiros Santa Inês, recebendo os teores de volumoso de 40, 60 e 80%, foi de 107,85; 110,40 e 115,25 kcal/kg<sup>0,75</sup>/dia, respectivamente. O valor de  $EM_m$  obtido por Galvani (2011), foi de 114,6

kcal/kg PV<sup>0,75</sup>/dia para cordeiros Dorper x Santa Inês. Para Griebler (2015) a EM<sub>m</sub> de cordeiros Texel foi de 63,43 kcal/kg PV<sup>0,75</sup>.

A eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção ( $k_m$ ) calculada segundo o AFRC (1993) correspondeu a 0,74. Este valor é 17,56% superior ao valor calculado pela da divisão da EL<sub>m</sub> pela EM<sub>m</sub>, que foi de 0,61. Os sistemas internacionais ARC (1980) e AFRC (1993), estimam que o valor de  $k_m$  é de 0,67. Para o CSIRO (1990) e NRC (2007), valor de  $k_m$  corresponde a 0,64. Os autores nacionais, como, Geraseev (2003) e Almeida (2008) atribuem o valor de  $k_m$  de 0,65, para Galvani et al., (2008) o valor de  $k_m$  é de 0,64 e Martins (2013) relata  $k_m$  de 0,68. Para o ARC (1980) a eficiência de utilização da energia metabolizável tem influência da qualidade da dieta e está relacionada de forma linear com a metabolizabilidade da dieta.

#### Exigência de energia para ganho

Observa-se que houve incremento nas exigências de energia líquida para ganho de peso (EL<sub>g</sub>) com a elevação do PV e da taxa de ganho dos cordeiros, conforme a Tabela 8.

Tabela 8 – Exigência líquida de energia (kcal/dia) para ganho de peso de cordeiros Corriedale

Peso vivo (kg)	Ganho médio diário (kg)			
	0,100	0,150	0,200	0,250
	Exigência líquida de energia (kcal/dia)			
28	217	325	434	542
33	223	335	447	559
38	234	351	468	585

As exigências líquidas de energia para ganho (EL<sub>g</sub>) variaram de 542 a 585 kcal para ganho de 250 g de PV, estes resultados são inferiores aos reportados pelo NRC (1985), com EL<sub>g</sub> de 884 kcal para ganho de 250 g. Para o ARC (1980), as exigências variaram entre 483,99 e 973,94 kcal para 250 g de ganho. Os valores atribuídos pelo AFRC (1993) são de 253,94 a 776,77 kcal/dia para ganho de 250 g para cordeiros com 5 a 30 kg de PV.

Galvani (2008) em estudo com animais Texel x Ile de France com pesos de 15 a 35 kg de PV e 250 g de ganho, verificou exigências EL<sub>g</sub> entre 424 a 553 kcal/dia. Martins (2013) encontrou valores de 552 a 664 kcal para 250 g de ganho de peso, para cordeiros dos 25 a 40 de PV. Em estudo com animais Texel, Griebler (2015), obteve EL<sub>g</sub> entre 586 a 790 kcal para

250 g de ganho. Estes autores obtiveram valores semelhantes aos encontrados no presente estudo.

Pires et al., (2000) reporta para exigências de energia líquidas valores entre 544,44 e 892,21 kcal para 250 g de ganho de corpo vazio, para cordeiros com pesos de 10 a 30 kg. Para Gonzaga Neto (2005) em estudo com animais Morada Nova pesando de 15 a 25 kg PV, ganhando 200 g/dia, as exigências variaram de 0,660 a 0,856 Mcal/animal/dia. Resultados superiores ao do presente trabalho, pode-se atribuir as variações entre os resultados dos trabalhos às diferenças climáticas e em especial as diferentes raças utilizadas nos experimentos de exigências nutricionais.

Para conversão dos valores de exigência de energia líquida para ganho ( $EL_g$ ) em energia metabolizável para ganho ( $EM_g$ ), foi utilizada a equação da eficiência de utilização da EM preconizada pelo AFRC (1993), onde  $k_g = 0,006 + 0,78q_m$ , sendo  $k_g$  a eficiência de utilização da EM para ganho, que correspondeu a 0,53, considerando a metabolizabilidade da dieta ( $q_m$ ), de 0,67.

Segundo o ARC (1980), a  $k_g$  é de 0,47. Geraseev (2003), em estudo com cordeiros Santa Inês reportou  $k_g$  de 0,51, o autor Gonzaga Neto (2005) atribui  $k_g$  de 0,38 para cordeiros Morada Nova, valores inferiores ao encontrado no presente estudo. Em estudo com cordeiros Texel a autora Griebler (2015) reporta valor de  $k_g$  de 0,55.

De acordo com Silva et al., (1988) os valores mais baixos de  $k_g$  indicam menor eficiência de utilização da  $EM_g$ , o que pode resultar em animais com menor velocidade de crescimento, e por isto, os animais atingem a maturidade fisiológica em pesos inferiores aos das raças com aptidão para produção de carne. Segundo NRC, (2007) a eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho decresce com a maturidade, o que pode ser atribuído às alterações na composição corporal dos animais.

Dividindo-se a  $EL_g$  (Tabela 8) pelo valor de  $k_g$  (0,53), foi obtido os valores de  $EM_g$ . As exigências de energia metabolizável para ganho de peso ( $EM_g$ ) foram elevadas com o incremento do PV e da taxa de ganho, conforme a Tabela 9.

Tabela 9 – Exigências metabolizável de energia para ganho de peso de cordeiros Corriedale

Peso vivo (kg)	Ganho médio diário (kg)			
	0,100	0,150	0,200	0,250
Exigência metabolizável de energia (kcal/dia)				
28	409	614	819	1023
33	422	633	844	1055
38	442	663	884	1105

As exigências metabolizável de energia para ganho de 250 g variaram de 1023 a 1105 kcal/dia, para animais entre os 28 e 38 kg de PV. Em estudo com cordeiros Texel, Griebler (2015), encontrou  $EM_g$  de 1002 a 1436 kcal/dia para ganho de 250 g e pesos de 20 aos 40 kg de PV. Estes valores são superiores ao do presente estudo.

## CONCLUSÃO

A composição corporal de energia aumentou com a elevação do peso de corpo vazio dos cordeiros da raça Corriedale. A exigência líquida de energia para manutenção de cordeiros da raça Corriedale foi equivalente a 61,65 kcal/kg  $PV^{0,75}$ /dia. A exigência metabolizável de energia para manutenção correspondeu a 100 kcal/kg  $PV^{0,75}$ /dia. As exigências líquida e metabolizável de energia para ganho aumentaram com o incremento do PV, sendo que, as exigências líquidas de energia variaram de 217 a 585 kcal/dia e as exigências metabolizáveis de energia ficaram entre 409 e 1105 kcal/dia para cordeiros Corriedale dos 28 aos 38 kg de PV.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Necesidades energéticas e proteicas de los rumiantes**. Zaragoza: Acribia, 1993. 175p.

ALMEIDA, T. R. de V. e. **Crescimento, exigências nutricionais e eficiência de utilização de energia de cordeiros Santa Inês em compensação**. 2008. 86 f. Tese (Doutorado)– Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

ALVES, K. S. et al., Exigências de energia para manutenção e eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso de caprinos Moxotó. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.8, p.1475-1482, 2008.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**, 16th, 3. ed. AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD. 1997.

BLAXTER, K. L.; CLAPPERTON, J. L. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.19, p.511-512, 1965.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, 1959.

CABRAL, L. S. et al. Estimativas dos requisitos nutricionais de ovinos em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v. 9, n. 3, p. 529-542, 2008.

CARVALHO, S.; PIRES, C. C.; SILVA, J. H. Composição corporal e exigências líquidas de proteína para ganho de peso de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p.2325-2331, 2000. (Supl. 2)

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION - CSIRO. **Feeding standards for Australian livestock**. East Melbourne: CSIRO Publishing, 1990. 226p.

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION - CSIRO. **Nutrient requirements of domesticated ruminants**. Collingwood: CSIRO Publishing, 2007. 296p.

FERRELL, C. L.; JENKINS, T. G. Cow type and the nutritional environment: Nutritional aspects. **Journal of Animal Science**, 61(3):725-741, 1985.

GALVANI, D. B. **Exigências e eficiência de utilização da energia e da proteína por cordeiros confinados**. 2008. 84 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

GALVANI, D. B. et al. Protein requirements of Texel crossbred lambs. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 81, p. 55-62, 2009.

GALVANI, D. B. **Exigências e eficiência energética e protéica de ovinos Dorper x Santa Inês alimentados com dietas contendo volumosos de valor nutricional distintos**. 2011. 111 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens)-Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2011.

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**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 261-268, 2000.

GERASEEV, L. C. **Influência da restrição alimentar pré e pós-natal sobre o crescimento, composição corporal e metabolismo energético de cordeiros Santa Inês**. 2003. 215 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

GONZAGA NETO, S. **Composição corporal, exigências nutricionais e características da carcaça de cordeiros Morada Nova**. 2003. 92 f. Tese (doutorado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e veterinárias, Jaboticabal, 2003.

GONZAGA NETO, S. et al. Composicao corporal e exigencias nutricionais de proteina e energia para cordeiros Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2446-2456, 2005.

GRIEBLER, L. **Exigências nutricionais de proteína e energia de cordeiros Texel**. 2015. 65 f. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

KOCK, S. W.; PRESTON, R. L. Estimation of bovine carcass composition by the urea dilution technique. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.48, n.2, p.319-327, 1979.

KOMAREK, A. R. A filter bag procedure for improved efficiency of fiber analysis. **Journal of Dairy Science**. Champaign, v.76, p. 250, 1993. (Suppl.1).

LOFGREEN, G. P.; GARRET, 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.

MARTINS, A. A. **Exigências nutricionais de energia e proteína para manutenção e ganho de cordeiros Texel**. 2013. 52f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, G.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: ASA-CSSA-SSSA, 1994. p.450 - 493.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feeds with refluxing beakers or crucibles: a collaborative study. **Journal of AOAC**. Washington, v. 85, n. 6, p. 1217-1240, 2002.

MOE, P.W.; TYRRELL, H.F. Estimating metabolizable and net energy of feeds. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FEED COMPOSITION, ANIMAL NUTRIENT REQUIREMENTS, AND COMPUTERIZATION OF DIETS, 1., 1967, Logan. **Proceedings...** Logan: Utah State University, 1976. p.232-237.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of sheep**. 6ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985a. 112p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids, and new world camelids**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 384p.

OLIVEIRA, A. P. de. **Requerimentos nutricionais de cordeiros Santa Inês com peso corporal de 14 a 28 kg**. 2012. 61 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

OSÓRIO, J. C. S. et al. **Métodos para avaliação da produção de carne ovina: 'in vivo', na carcaça e na carne.** Pelotas: UFPEL, 1998. 98p.

PALADINES, O. L. et al. Relationship between the nitrogen content and the heat of combustion value of sheep urine. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.23, n.2, p.528-532, 1964.

PIRES, C. C. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de energia e proteína para cordeiros em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.3, p.853-860, 2000.

REGADAS FILHO, J. G. L., et. al., Composição corporal e exigências líquidas proteicas de ovinos Santa Inês em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, p.1339-1346, 2011.

SENGER, C. et al. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 146, n. 1-2, p. 169, 2008.

SILVA, A.E.D.F.; NUNES, J.F.; RIERA, G.S; FOOTE, W.C. Idade, peso e taxa de ovulação à puberdade em ovinos deslanados no Nordeste do Brasil. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.23, n.3, p.271-283, 1988.

SILVA, J.F.C. Metodologias para determinação de exigências nutricionais em ovinos. In: SILVA SOBRINHO, A.G.; BATISTA, A.M.V.; SIQUEIRA, E.R. et al. (eds.). **Nutrição de ovinos**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. p.1-68.

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

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ed. Viçosa: UFV, 2002a. 235p.

SILVA, A. M. A. et al. Net requirements of protein and energy for maintenance of wool and hair lambs in a tropical region. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.49, n.2, p.165-171, 2003.

SNIFFEN, C.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

VALADARES, S. C. F. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte**. Viçosa: UFV/DZO, 2006. p. 142.

VERMOREL, M.; BICKEL, H. Utilisation of feed energy by growing ruminants. **Annales de Zootechnie**, Versailles, v. 29, n. Hors – série, p. 127 – 143, 1980.

## 4 CAPÍTULO 2

### EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA PARA MANTENÇA E GANHO DE CORDEIROS CORRIEDALE

#### RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Ovinocultura, pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, com o objetivo de determinar a composição corporal e estimar as exigências nutricionais de proteína para manutenção e ganho de cordeiros Corriedale. Foram utilizados 42 cordeiros castrados. A dieta foi constituída por silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench), grão de milho (*Zea mays* L.), farelo de soja (*Glycine max* L.) e mistura mineral, sendo calculada para atender às exigências de proteína bruta, energia metabolizável e macrominerais preconizadas pelo NRC (2007), para ganho de 0,200 kg diários. Seis cordeiros foram abatidos após 14 dias de adaptação ao experimento, para determinar a composição corporal inicial, animais referência na metodologia do abate comparativo, 24 animais foram alimentados *ad libitum* e abatidos aos 28, 33 ou 38 kg de PV, e 12 animais foram submetidos a dois níveis de oferta de alimento (70 e 55% do consumo *ad libitum*). O abate destes últimos foi realizado juntamente com aqueles alimentados *ad libitum* e abatidos aos 38 kg de PV. Foram constituídos oito grupos dos componentes corporais nos quais foram determinados os conteúdos corporais de nitrogênio. Paralelamente seis cordeiros foram submetidos a um ensaio de digestibilidade, com o objetivo de avaliar o valor nutricional da dieta sob os distintos níveis de consumo. A composição corporal variou de 204,05 a 208,23 g de proteína por kg de peso de corpo vazio (PCV). A excreção endógena de nitrogênio foi de 279,9 mg/kg PV<sup>0,75</sup>/dia, o que correspondeu a exigência de proteína líquida para manutenção de 1,75 g/kg PV<sup>0,75</sup>/dia, esta correspondeu a uma exigência de proteína metabolizável para manutenção de 1,75 g/kg PV<sup>0,75</sup>/dia, considerando uma eficiência de utilização igual a 1,0. As exigências de proteína líquidas para ganho de peso de cordeiros com 28 e 38 kg de PV e ganho médio diário de 250g, foram de 25,58 e 22,87 g/dia. As exigências de proteína metabolizável para ganho de peso de cordeiros com 28 e 38 kg de PV e ganho médio diário de 250 g, foram de 43,35 e 38,75 g/dia.

**Palavras chave:** Confinamento. Crescimento. Nitrogênio. Nutrição. Ovinos.

### REQUIREMENTS OF PROTEIN FOR MAINTENANCE AND GAIN OF LAMBS CORRIEDALE

#### ABSTRACT

This work was developed at the Sheep Laboratory, belonging to the Department of Animal Science of the Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, with the objective of determine the body composition and to estimate the nutritional requirements of protein for maintenance and gain of Corriedale lambs. Were used 42 castrated lambs. The diet was composed of sorghum silage (*Sorghum bicolor* (L) Moench), corn grain (*Zea mays* L.), soybean meal (*Glycine max* L.) and mineral mixture, being calculated to meet the requirements of crude protein, metabolizable energy and macrominerals recommended by the NRC (2007), to gain

0.200 kg daily. Were slaughtered six lambs after 14 days of adaptation to the experiment, to determine the initial body composition, reference animals in the comparative slaughter methodology, 24 animals were fed *ad libitum* and slaughtered at 28, 33 or 38 kg of BW, and 12 animals were submitted at two levels of food supply (70 and 55% of consumption *ad libitum*). The slaughter of the latter was carried out together with those fed *ad libitum* and slaughtered at 38 kg of BW. Eight groups of body components were formed in which the body contents of nitrogen were determined. In parallel, six lambs were submitted to a digestibility test, with the objective of evaluating the nutritional value of the diet under different levels of consumption. Body composition ranged from 204.05 to 208.23 g protein per kg empty body weight (EBW). The endogenous nitrogen excretion was 279.9 mg/kg BW<sup>0.75</sup>/day, which corresponded to the requirement of liquid protein for maintenance of 1.75 g/kg BW<sup>0.75</sup>/day, this corresponds to a requirement for metabolizable protein For maintenance of 1.75 g/kg BW<sup>0.75</sup>/day, considering a utilization efficiency equal to 1.0. The net protein requirements for weight gain of lambs with 28 and 38 kg of BW and average daily gain of 250 g were 25.58 and 22.87 g/day. The requirements of metabolizable protein for weight gain of lambs with 28 and 38 kg of BW and average daily gain of 250g were 43.35 and 38.75 g/day.

**Key words:** Feedlot. Growth. Nitrogen. Nutrition. Sheep.

## INTRODUÇÃO

A proteína é responsável por importantes funções no organismo animal, entre estas, a formação e manutenção dos tecidos, contração muscular, transporte de nutrientes e formação de hormônios e enzimas. As exigências de proteína podem ser afetadas pelo sexo, raça, ganho de peso, estágio de desenvolvimento e composição corporal, à medida que a idade avança, aumenta o conteúdo corporal de gordura e o de proteína diminui no corpo (ARC, 1980; KIRTON, 1986; AFRC, 1993).

O organismo animal possui uma demanda obrigatória por aminoácidos, a qual está relacionada à manutenção do balanço de nitrogênio, ou seja, à reposição do nitrogênio excretado do organismo (PFANDER, 1969). Esta perda, comumente denominada exigência líquida de proteína para manutenção, representa o somatório do nitrogênio endógeno urinário e do nitrogênio endógeno fecal, nitrogênio endógeno basal, além das perdas decorrentes da descamação da epiderme e do nitrogênio retido nos pêlos e na lã (AFRC, 1993). Sugere-se, contudo, que o crescimento da lã em cordeiros é proporcional à taxa de crescimento do animal, sendo a deposição de proteína neste tecido considerada separadamente, como exigência de ganho (ARC, 1980).

No Brasil, parte das dietas para ovinos são elaboradas de acordo com as recomendações de sistemas nutricionais internacionais, como por exemplo, ARC (1980), AFRC (1993), e o NRC (1985<sup>a</sup>, 2007), no entanto, a adoção destas recomendações podem resultar em

cálculos de rações inadequados ao potencial produtivo dos ovinos, super estimando ou sub estimando as exigências nutricionais. Os estudos sobre exigências nutricionais para ovinos nas condições brasileiras vem sendo desenvolvida por diversos autores, Pires et al., (2000), Geraseev et al., (2000), Gonzaga Neto (2003), Cabral et al., (2008), Galvani, (2008, 2011), mesmo estes estudos, trazem uma grande variação entre os resultados obtidos.

A raça Corriedale foi introduzida no Brasil na década de 30, adaptou-se a Região Sul do país. Desde a década de 90, permanece entre as mais utilizadas por suas características de dupla aptidão. Por isto, faz-se necessário maiores investigações quanto as suas exigências nutricionais, pois deste modo é possível manter o aumento da produtividade e lucratividade no sistema de produção.

O presente estudo tem o objetivo de determinar a composição corporal e estimar as exigências nutricionais líquida e metabolizável de proteína para manutenção e ganho de cordeiros da raça Corriedale.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### Abate comparativo

#### Local e época

O experimento foi realizado no Laboratório de Ovinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Localizada a altitude de 95m, latitude de 29°43' Sul e longitude de 53°42' Oeste sendo, o clima, o do tipo Cfa, subtropical úmido, segundo a classificação de Köppen. O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da mesma instituição (076/2014), e desenvolvido no período de Março de 2013 a Fevereiro de 2017.

#### Animais, instalações, tratamento e dieta experimental

Foram utilizados 42 cordeiros, machos castrados, da raça Corriedale, desmamados, e confinados em baias individuais com 2 m<sup>2</sup> providas de comedouros e bebedouros. Após o período de adaptação, seis animais foram aleatoriamente selecionados e abatidos, servindo como referência na metodologia do abate comparativo (ARC, 1980). Dentre os remanescentes, dezoito animais foram alimentados *ad libitum* e abatidos aos 28, 33 ou 38 kg de peso vivo. Os demais, doze animais, foram submetidos a dois níveis de restrição alimentar, de forma a obterem-se diferentes níveis de consumo de energia metabolizável: 70 e 55% do consumo *ad libitum*, expresso em percentual do peso vivo, utilizados para calcular a exigência de manutenção.

O abate destes últimos foi realizado juntamente com aqueles abatidos aos 38 kg de PV, independentemente do peso em que se encontravam.

A dieta foi constituída por silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench), grão de milho (*Zea mays* L.), farelo de soja (*Glycine max* L.) e mistura mineral, sendo calculada para atender às exigências de proteína bruta, energia metabolizável e macrominerais preconizadas pelo NRC (2007), para ganho de 0,200 kg diários. As composições bromatológica dos ingredientes utilizados na formulação da dieta experimental estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Teores médios de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, carboidratos totais, carboidratos não estruturais, cinzas, nutrientes digestíveis totais, energia líquida, cálcio e fósforo dos ingredientes utilizados na formulação da dieta experimental

Item (%)	Silagem de sorgo	Milho quebrado	Farelo de soja	Calcário Calcítico
Matéria Seca	94,46	93,60	95,48	99,00
Matéria Orgânica	93,06	98,47	93,28	0,46
Proteína Bruta	6,79	8,96	52,30	0,00
Extrato Etéreo	4,27	6,16	3,41	0,00
Fibra em Dergente Neutro	57,66	14,39	13,14	0,00
Fibra em Detergente Ácido	36,88	1,92	11,74	0,00
Carboidratos Totais	83,39	83,35	37,57	0,00
Carboidratos Não Estruturais	27,98	75,11	24,78	0,00
Cinzas	5,19	1,43	6,37	97,33
Nutrientes Digestíveis Totais <sup>1</sup>	57,23	87,24	81,54	0,00
Energia Líquida <sup>2</sup> , kcal	1,28	2,01	1,88	0,00
Calcio <sup>1</sup>	0,30	0,03	0,34	37,33
Fósforo <sup>1</sup>	0,18	0,25	0,58	0,03

<sup>1</sup>Valor tabelado (VALADARES FILHO et al., 2006)

<sup>2</sup>Valor calculado segundo Moe e Tyrrel (1976),  $EL = (0,0245 \times \% NDT) - 0,12$

As proporções dos ingredientes e composição bromatológica da dieta experimental estão apresentados na Tabela 2. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, em horários pré-estabelecidos às 8:00 e às 16:00 horas. A quantidade ofertada aos animais alimentados *ad libitum* foi ajustada para manter as sobras em 10% do total oferecido. Diariamente foram coletadas amostras do alimento oferecido e de suas respectivas sobras as quais foram congeladas para posteriores análises laboratoriais.

Os animais foram pesados no início do período experimental e a cada intervalo de 14 dias, após submetidos a um jejum prévio de sólidos por aproximadamente 14 horas. O intervalo

entre as pesagens foi reduzido na medida em que os animais se aproximavam do peso de abate pré estabelecido.

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição bromatológica da dieta experimental

<b>Ingredientes</b>	<b>Proporção dos ingredientes (%MS)</b>
Silagem de sorgo	50,00
Milho quebrado	22,75
Farelo de soja	25,58
Calcário calcítico	1,66
<b>Composição bromatológica (%MS)</b>	
Matéria seca	61,99
Matéria orgânica	93,48
Proteína bruta	18,81
Extrato etéreo	4,40
Fibra em detergente neutro	36,04
Fibra em detergente ácido	21,88
Carboidratos totais	70,26
Carboidratos não estruturais	37,41
Cinzas	4,54
Nutrientes digestíveis totais	67,66
Energia líquida	1,58
Cálcio	0,88
Fósforo	0,42

#### Abate, dissecação e composição das amostras

No abate, os animais foram pesados, insensibilizados, posteriormente, sacrificados através da secção das artérias carótidas e veias jugulares, efetuando-se a coleta total do sangue. Após a esfolagem e evisceração foram pesados individualmente: sangue, pele, patas, cabeça, fígado, pulmões e traquéia, coração, rins, gordura do coração, gordura renal, esôfago, língua, timo, baço, diafragma, bexiga, pênis, testículos, gordura associada ao aparelho reprodutor e gordura associada ao trato gastrointestinal (TGI). O rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino grosso e intestino delgado foram pesados cheios e, após esvaziamento e minuciosa lavagem, foram pesados novamente, obtendo-se, por diferença, o peso de conteúdo gastrointestinal (CGI). O peso de corpo vazio (PCV) foi obtido pela diferença entre PV e CGI, bexiga e urina. A lã foi removida da pele com auxílio de máquina de tosquia elétrica.

As carcaças foram pesadas e, então, acondicionadas em câmara frigorífica à temperatura de 4°C por um período de 24 horas. Em seguida, foram novamente pesadas e longitudinalmente seccionadas sendo, as meias carcaças direitas, submetidas à separação regional em perna,

paleta, costela e pescoço, de acordo com a metodologia descrita por Osório et al., (1998). Em seguida, os cortes foram separados em porção comestível (músculo, gordura e outros) e ossos. Da mesma forma, a cabeça, após seccionada ao meio, e duas patas (uma anterior e uma posterior) de cada animal, foram separadas.

Foram constituídos oito grupos dos componentes corporais, conforme a Tabela 3, sendo que os sete primeiros, após trituração em moedor de carnes elétrico, foram retiradas amostras de aproximadamente 0,5 kg, e o oitavo grupo foi composto por pequenas porções (aproximadamente 10%) de cada osso com auxílio de serra fita. As amostras foram acondicionadas em recipientes plásticos e congeladas para posteriores análises laboratoriais.

Tabela 3 – Componentes corporais que constituem as amostras dos cordeiros Corriedale

<b>Grupo</b>	<b>Nome</b>	<b>Componentes da amostra</b>
1	Órgãos internos	Pulmão e traquéia, coração, cérebro, rins, esôfago, língua, timo, baço, pâncreas, diafragma, bexiga, fígado e aparelho reprodutor
2	Trato gastrointestinal	Rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino grosso e intestino delgado
3	Gordura interna	Gordura do coração, renal, associada ao aparelho reprodutor e ao trato gastrointestinal
4	Sangue	Total coletado constituiu a própria amostra
5	Porção comestível	Músculo, gordura e outros
6	Pele	Pele
7	Lã	Lã
8	Ossos	Ossos

#### Componentes corporais

À exceção das amostras de sangue, as amostras de cada grupo dos componentes corporais foram moídas e após retirada uma alíquota de 200g colocadas em Becker com capacidade de 500 ml e levadas à estufa a 105°C, por um período de, no mínimo, 72 horas, para determinação da matéria seca gordurosa (MSG). Em seguida, as mesmas foram sucessivamente lavadas com éter de petróleo, para obtenção da matéria seca pré-desengordurada (MSPD) (KOCK; PRESTON, 1979).

Após obter a MSPD, as amostras foram trituradas em moinho de bola, para posteriores determinações de nitrogênio total, no espectrômetro de massa (IRMS), e de gordura segundo

Bligh e Dyer (1959). A gordura removida no pré desengorduramento foi calculada pela diferença entre a MSG e a MSPD, cujo resultado foi adicionado aos valores obtidos de gordura residual na MSPD, para determinação do teor total de gordura na amostra.

As amostras de sangue foram acondicionadas em bandejas de alumínio e levadas à estufa de ventilação forçada a 65°C por aproximadamente 96 horas, para determinação da matéria parcialmente seca (MPS). Posteriormente foram moídas em moinho de bola para às determinações de MS e N.

### Ensaio de digestibilidade

#### Instalações, animais e procedimentos do ensaio de digestibilidade

Para o ensaio de digestibilidade foram utilizados seis cordeiros Corriedale, mantidos em gaiolas metabólicas em delineamento experimental quadrado latino 3x3, sob três tratamentos: alimentação *ad libitum*, consumo equivalente a 70% do consumo *ad libitum* expresso em % PV e consumo equivalente a 55% do consumo *ad libitum* expresso em % PV. O ensaio foi conduzido em três períodos de 21 dias, sendo 15 dias de adaptação às dietas e sete dias de coleta de amostras.

As quantidades oferecidas e as sobras foram mensuradas diariamente durante todo o período experimental. A urina foi coletada em frascos contendo 100 ml de uma solução de ácido sulfúrico a 20% (v/v). Amostras de fezes (aproximadamente 10% do total) e de urina (1% do volume total) foram coletadas diariamente. As amostras de urina foram diluídas com água destilada para completar um volume de 50 ml e congeladas (-20°C) para posteriores análises. As amostras diárias das sobras, das fezes e da urina foram compostas por animal.

#### Análises laboratoriais de alimentos e sobras

As amostras dos alimentos fornecidos, sobras e fezes, foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada a 55°C por aproximadamente 72 horas sendo, em seguida, moídas em moinho tipo “Willey” com peneira de 2mm e acondicionadas em frascos identificados.

Foram determinados, nas amostras de alimento e sobras, os teores de matéria seca (MS) por secagem em estufa a 105°C durante pelo menos 16 horas. O conteúdo de matéria mineral (MM) foi determinado por combustão a 600°C durante 4 horas (SILVA; QUEIROZ, 2002). O teor de nitrogênio total (N) foi determinado pelo método Kjeldahl (Método 984.13, AOAC, 1997). A determinação dos teores de extrato etéreo (EE) foi realizada de acordo com Silva e Queiroz (2002).

Para determinação da concentração de fibra em detergente neutro (FDN) as amostras foram acondicionadas em saquinhos de poliéster (KOMAREK, 1993) tratados com solução detergente neutro em autoclave a 110°C por 40 minutos (SENGER et al., 2008), para as amostras de concentrado foi incluída  $\alpha$ -amilase (MERTENS, 2002). As concentrações de fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LDA) foram determinadas de acordo com a AOAC (1997, método 973.18). Os carboidratos totais (CHT) foram determinados segundo Sniffen et al., (1992) e os carboidratos não estruturais (CNE), pela diferença entre CHT e FDN. Os valores de energia bruta (EB) foram determinados mediante o uso de bomba calorimétrica (Parr, Calorímetro Adiabático, EUA), segundo Silva e Queiroz (2002).

Nas amostras de fezes foram determinados os teores de EB, FDN, MS, MO e PB.

#### Concentração de proteína corporal e no peso de corpo vazio

A concentração corporal de proteína bruta foi determinada em função da concentração percentual desta nas distintas amostras de componentes corporais. O somatório dos valores, expressos em gramas (g), forneceu o total de cada componente químico, assim, possibilitou o cálculo de seus percentuais no PCV.

#### Composição corporal de proteína

Para predição da composição corporal dos animais foi adotada a equação de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de proteína (Y) em função do logaritmo do PCV (X), preconizada pelo ARC (1980). Considerou-se a composição da lã separadamente da composição do corpo vazio, posteriormente estas foram somadas para a determinação da composição corporal total:

$$\text{Log } Y = a + b \text{ Log } X$$

#### Exigências de proteína para manutenção

A retenção de nitrogênio foi calculada pela diferença entre o N corporal final e o N corporal inicial dos animais. Após quantificar a ingestão e a retenção de nitrogênio pelos cordeiros, durante o período experimental, foi obtida a relação do nitrogênio retido no corpo animal (g/kg PV<sup>0,75</sup>/dia) em função do nitrogênio ingerido (g/kg PV<sup>0,75</sup>/dia).

Ao extrapolar os valores de ingestão de N ao nível zero, o valor que intercepta o eixo Y representa as perdas endógenas e metabólicas de N, a qual, multiplicada pelo fator de correção (6,25) corresponde a exigência líquida de proteína para manutenção (PLm).

A exigência de proteína metabolizável para manutenção (PMm) é igual a PLm, considerando que a eficiência de utilização da proteína metabolizável para manutenção ( $k_{nm}$ ) é igual a 1,0 (AFRC, 1993).

#### Exigências de proteína para ganho de peso

A exigência de proteína líquida para ganho de peso de corpo vazio foi estimada derivando-se a equação do conteúdo corporal deste constituinte, em função do logaritmo do PCV, obtendo-se uma equação do tipo:

$$Y = b \times 10^a \times X^{(b-1)}$$

As exigências de proteína metabolizável para ganho (PMg) foram conhecidas dividindo-se os valores de proteína líquida para ganho (PLg) pela eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho ( $k_{ng}$ ) preconizada pelo AFRC (1993), sendo  $k_{ng} = 0,59$ .

#### Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento utilizado foi o Inteiramente Casualizado. Os dados foram submetidos à análise de regressão segundo o modelo:

$$Y_{ij} = \alpha + \beta x_{ij} + \phi$$

Em que:

$Y_{ij}$  = Observação da variável dependente correspondente à repetição da independente  $j$  sob o tratamento de ordem  $i$ ,  $\alpha$  = intercepto,  $\beta$  = coeficiente de regressão,  $x_{ij}$  = observação da variável independente associado à repetição de ordem  $j$  sob tratamento de ordem  $i$ ,  $\phi$  = Desvios da regressão.

No ensaio de digestibilidade foi utilizado um delineamento experimental quadrado latino 3x3, de acordo com o modelo:

$$Y_{lij}(k) = \mu + \gamma_l + \tau_i + (\gamma\tau)_{li} + \alpha_j + \beta_k + \varepsilon_{lij}(k)$$

em que:

$Y$  = observações das variáveis dependentes associadas ao  $k$ -ésimo animal no  $l$ -ésimo período sob o  $i$ -ésimo nível de alimentação,  $\mu$  = média geral das observações,  $\gamma$  = efeito do quadrado,  $\tau$  = efeito do nível de alimentação,  $\gamma\tau$  = efeito da interação entre os quadrados e os níveis de alimentação,  $\alpha$  = efeito do período,  $\beta$  = efeito do animal,  $\varepsilon$  = erro aleatório residual.

Todas as análises foram realizadas em nível de 5% de significância através do procedimento GLM.

## RESULTADO E DISCUSSÃO

### Consumo de nitrogênio

As variáveis peso vivo, peso de corpo vazio e retenção de nitrogênio aumentaram linearmente ( $P < 0,05$ ) com a elevação do nível de alimentação. O consumo de matéria seca e de nitrogênio aumentou com a elevação do nível de alimentação (Tabela 10). Sendo que os animais alimentados *ad libitum* foram abatidos aos 38 kg de PV.

A deposição de proteína no corpo do animal é função da disponibilidade de energia e aminoácidos metabolizáveis, a proteína microbiana sintetizada no rúmen fornece 50% ou mais dos aminoácidos disponíveis para a absorção, sendo considerada uma fonte de aminoácidos de alta qualidade (Schwab, 1996).

Tabela 10 – Consumos e retenção de nitrogênio dos cordeiros Corriedale submetidos a diferentes níveis de alimentação

Variável	Nível de Alimentação			CV	R <sup>2</sup>	P L
	<i>Ad libitum</i>	70	55			
PV (kg)	38,02	29,95	26,31	10,83	70,87	*
PCV (kg)	32,20	24,91	22,22	9,19	77,90	*
CMS (g/kg PV <sup>0,75</sup> /dia)	78,17	56,01	45,32	14,29	75,30	Ns
CN (g/kg PV <sup>0,75</sup> /dia)	2,15	1,69	1,31	15,93	65,18	Ns
RN (g/kg PV <sup>0,75</sup> /dia)	0,257	0,116	0,049	60,66	57,11	*

PV = peso vivo; PCV = peso de corpo vazio; CMS = consumo de matéria seca; CN = consumo de nitrogênio; RN = retenção de nitrogênio; CV = coeficiente de variação (%); R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinação; P = probabilidade do efeito linear (L), onde ns = não significativo e \* =  $P < 0,05$ .

### Concentrações corporais de água e proteína

As concentrações corporais de água e proteína dos animais nos diferentes pesos estão apresentados na Tabela 11. A concentração de água reduziu com o aumento do peso de corpo vazio. No entanto, para as concentrações de proteína total foi observado acréscimo conforme o peso de corpo vazio animal aumentou.

Ao observar a concentração de proteína no corpo livre de lã, nota-se que à medida que foi elevado o PCV, a concentração de proteína reduziu, observa-se também, que houve redução no teor de água, pois, a água está associada principalmente aos tecidos proteicos. No entanto, a concentração de proteína total, considerando o corpo mais a lã, elevou a medida que aumentou

o PCV, isto ocorreu devido a quantidade de lã que os animais do presente estudo apresentavam, característica da raça Corriedade.

Tabela 11 – Concentrações corporais de água e proteína de cordeiros da raça Corriedale dos 28 aos 38 kg de peso vivo

Variável	Peso Vivo (kg)				CV (%)
	AI	28	33	38	
PV, Kg	28,75	28,83	32,90	38,02	8,33
PCV, Kg	23,63	23,31	26,49	32,20	7,00
<i>Proteína, g/kg PCV</i>					
Corpo	158,20	155,89	152,87	141,74	7,04
Lã	45,85	46,55	52,97	66,49	26,87
<i>Total</i>					
Água, g/kg PCV	565,97	544,82	536,07	489,80	5,05
Proteína, g/kg PCV	204,05	202,44	205,84	208,23	8,42

Segundo o ARC (1980) a concentração corporal de proteína livre de lã decresce com o incremento do PCV, com variação de 165, 162 e 156 g/kg de PCV para os pesos 20,70 24,40 e 28,20 kg. Alguns autores brasileiros também encontraram esta redução na concentração corporal de proteína livre de lã a medida que se elevou o PCV (GERASEEV et al., 2000, GONZAGA NETO et al., 2005, GALVANI, 2008, REGADAS FILHO et al., 2011, GALVANI, 2011, OLIVEIRA, 2012, MARTINS, 2013, GRIEBLER, 2015). Este resultado pode ser atribuído ao aumento da taxa de deposição de gordura em relação à taxa de deposição de proteína com o aumento de peso corporal do animal.

Galvani (2008) em estudo com cordeiros cruza Texel x Ile de France nos PCV de 13,1 a 28,2 kg, encontrou concentrações corporais de proteína total com variação entre 176,2 a 175,2 g/kg PCV, e proteína da lã entre 12,9 a 19,8 g/kg PCV. Para Regadas Filho et al., (2011) o valor de concentração corporal de proteína foi de 144,33 g/kg para 24 kg de PCV de cordeiros Santa Inês. Oliveira (2012) apresentou concentrações corporais de proteína de 183,96 g/kg para cordeiros Santa Inês com 21,6 kg de PCV. Para Griebler (2015) em estudo com cordeiros Texel de 30 kg de PCV, foi reportado concentração corporal de proteína de 164,96 g/kg. Carvalho et al., (2000) ao estudar cordeiros cruza Texel e Ideal, castrados, com 30 kg de PCV, apresentaram concentração corporal de proteína de 189,74 g/kg.

No presente estudo a concentração de proteína total variou entre 204,05 a 208,23 g/kg PCV e a proteína da lã de 45,85 a 66,49 g/kg PCV para cordeiros entre 23 a 32 kg de PCV, valores superiores aos dos demais estudos apresentados, este resultado pode ser atribuído à

maior demanda de proteína em animais lanados, como os da raça Corriedale, pois possuem crescimento contínuo da lã.

A partir das informações da composição corporal foram obtidas as equações de predição da composição corporal de proteína para os animais dos diferentes pesos, conforme a Tabela 12.

Tabela 12 – Equações de regressão para estimativa da composição corporal de proteína de cordeiros da raça Corriedale dos 28 aos 38 kg de peso vivo

Variável	Equação de regressão	R <sup>2</sup>
Peso de corpo vazio (kg) <i>Corpo livre de lã</i>	$PCV = -1,3344 + 0,8615 PV$	88,20
Proteína (g) <i>Lã</i>	$Log\ Proteína = 2,6116 + 0,695\ Log\ PCV,kg$	92,33
Proteína (g)	$Log\ Proteína = 2,6151 + 0,3279\ Log\ PCV,kg$	89,62

#### Exigência líquida de proteína para manutenção

A excreção endógena de nitrogênio (Figura 2) foi equivalente a 279,9 mg/kg PV<sup>0,75</sup>/dia, o que corresponde a uma exigência líquida de proteína para manutenção (PLm) de 1,75 g/kg PV<sup>0,75</sup>/dia. Obtida por meio da multiplicação do intercepto da equação de regressão entre o nitrogênio retido e o nitrogênio consumido pelo fator de correção 6,25.

Segundo Lobley, (1992) os valores encontrados para as perdas basais diárias de nitrogênio endógeno e metabólico variam entre 200 a 420 mg/kg PV<sup>0,75</sup>, o que corresponde a uma variação de exigência de proteína líquida para manutenção de 1,25 a 2,62 g/kg PV<sup>0,75</sup>. Os fatores como idade, sexo, dieta, raça (SILVA et al., 2003; GONZAGA NETO et al., 2005) podem influenciar nesta diversidade de resultados.

Para o ARC (1984) o nitrogênio endógeno total tem valor fixo de 350 mg/kg PV<sup>0,75</sup>. Segundo AFRC (1993) o nitrogênio endógeno é a soma das perdas do nitrogênio presente nas fezes, urina, pêlos e secreções da pele, estes podem variar, com o sexo e a idade do animal, correspondendo ao valor de 350 mg/kg PV<sup>0,75</sup>, ou seja, PLm de 2,2 g/kgPV<sup>0,75</sup>/dia.

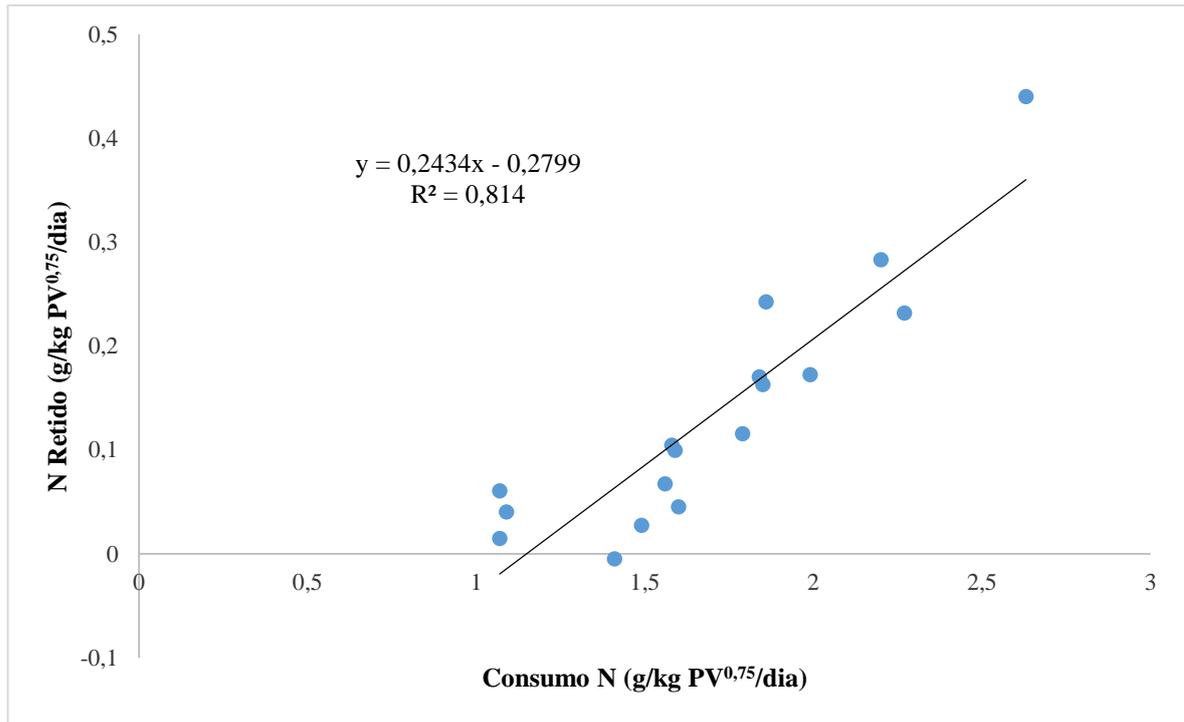


Figura 2 - Estimativa da retenção de nitrogênio em função do consumo de nitrogênio.

Os autores Regadas Filho et al., (2011) em estudo com cordeiros da raça Santa Inês encontraram para exigência de PLm valor igual a 1,73 g/kgPV<sup>0,75</sup>/dia. Para Martins (2013) com estudo em cordeiros Texel as perdas endógenas foram de 279 mg/kg PV<sup>0,75</sup>, ou seja, exigência de PLm de 1,74 g/kgPV<sup>0,75</sup>/dia. Estes resultados foram muito próximos aos do presente estudo. No entanto, Galvani et al., (2009) em trabalho realizado com cordeiros cruza Texel x Ile de France, verificaram perdas endógenas de 243,2 mg/kgPV<sup>0,75</sup>, e assim, PLm de 1,52 g/kgPV<sup>0,75</sup>/dia.

Essas variações dos resultados nos estudos de exigências nutricionais podem ser atribuídas as diferenças na eficiência de reaproveitamento dos aminoácidos pelos tecidos e na relação existente entre a síntese e a degradação das proteínas. As variações também podem estar relacionadas com as diferenças na composição corporal, pois os ovinos que apresentam maior percentual de gordura intramuscular apresentam menor metabolismo proteico por unidade de peso corporal, e assim, menores exigências nutricionais líquidas de proteína por unidade de peso metabólico. Para Attaix et al., (2005), estes efeitos também podem ser atribuídos aos fatores idade, nível nutricional, e tipo de alimentação, sendo que dietas ricas em fibra contribuem para a descamação da mucosa do trato digestório, e assim aumenta o nitrogênio endógeno presente nas fezes.

A exigência de proteína metabolizável para manutenção (PMm) foi igual a PLm, pois considerou-se que a eficiência de utilização da proteína metabolizável para manutenção ( $k_{nm}$ ) foi igual a 1,0, segundo AFRC, (1993), por tanto, a PMm foi equivalente a  $1,75 \text{ g/kgPV}^{0,75}/\text{dia}$ . Para o AFRC (1993) a proteína metabolizável é absorvida e utilizada com eficiência máxima com o objetivo de manter a reposição das perdas do organismo, assim, atribui o valor para a eficiência de utilização da proteína metabolizável para manutenção de 1,0. Segundo o ARC, (1980) a eficiência de utilização da proteína metabolizável para manutenção é de 0,75, para o NRC (2007) corresponde a 0,67 e para o CSIRO, (2007) o valor é de 0,70.

Para Galvani (2008), em estudo com cordeiros Texel x Ile de France, obteve PMm de  $2,31 \text{ g/kg PV}^{0,75}/\text{dia}$  e  $k_{nm}$  de 0,66. No estudo com animais Dorper x Santa Inês Galvani (2011) encontrou para PMm de  $3,17 \text{ g/kg}^{0,75} \text{ PV}$  e  $k_{nm}$  de 0,56. Em pesquisa com cordeiros Texel, Griebler (2015), estimou PMm de  $1,12 \text{ g/kg}^{0,75}/\text{PV}$  com  $k_{nm}$  de 1,0. As variações apresentadas nos distintos trabalhos estão relacionadas à dificuldade em estimar a síntese de proteína microbiana e, assim, o consumo de proteína metabolizável.

#### Exigências de proteína para ganho

Para estimar as exigências de proteína líquida para ganho de peso, foram consideradas separadamente às exigências para ganho corporal livre de lã e para o crescimento da lã (Tabela 13). Observou-se que as exigências de proteína para ganho corporal livre de lã e para o crescimento da lã decresceram com a elevação do PV, no entanto, foram elevadas com o aumento da taxa de ganho.

A exigência de proteína líquida para crescimento corporal, variou de 22,25 a 20,18 g/dia para 250g de ganho, para os animais Corriedale com peso de 28 a 38 kg de PV, respectivamente. No entanto, quando observamos os valores de exigências de proteína líquida total, corpo mais lã, são obtidos os valores de 25,58 a 22,87 g/dia para 250g de ganho. Estes valores possuem um incremento devido a exigência de proteína para o crescimento da lã.

O ARC (1980), preconiza exigência de proteína de 40 g para 200 g de ganho de PV, em cordeiros com 20 a 30 kg de PV. Para o NRC (1985), a proteína depositada no ganho de cordeiros de média maturidade, com 0,200 kg de ganho/dia, é de 38,25, 35,43, e 32,78 g para os pesos de 20, 25 e 30 kg, respectivamente. Para o AFRC (1993) a exigência de proteína para ganho de 100 g/dia, com 20 kg de PV, foi de 108 g/dia. A composição corporal dos animais é determinante para estas variações nas exigências de ganho de peso.

Tabela 13 – Exigências líquida de proteína (g/dia) para ganho de peso de cordeiros da raça Corriedale em crescimento

PV (kg)	GMD (kg)			
	0,100	0,150	0,200	0,250
Exigência para crescimento corporal (g/dia)				
28	8,89	13,35	17,80	22,25
33	8,56	12,84	17,11	21,40
38	8,07	12,11	16,14	20,18
Exigência para crescimento de lã (g/dia)				
28	1,33	2,00	2,66	3,33
33	1,22	1,83	2,44	3,06
38	1,07	1,61	2,15	2,69
Exigência total (g/dia)				
28	10,22	15,35	20,46	25,58
33	9,78	14,67	19,55	24,46
38	9,14	13,72	18,29	22,87

Exigência total (g/dia) = exigência para crescimento corporal + exigência para crescimento da lã

Os autores Galvani et al., (2009), trabalhando com cordeiros Texel x Ile de France dos 15 aos 35 kg PV, determinaram que a exigência líquida de proteína variou de 32,5 a 33,1 g/dia, para 250 g de ganho diário. Para Griebler (2015), trabalhando com cordeiros Texel dos 20 aos 40 kg PV, determinou que a exigência líquida de proteína variou de 30,1 a 26,3 g/dia, para 250 g de ganho diário. Animais com aptidão para produção de carne possuem maior exigência de proteína para deposição dos tecidos musculares, quando comparados aos animais com aptidão para produção de lã, ou dupla aptidão como é o caso dos animais da raça Corriedale.

As exigências metabolizável de proteína para ganho de peso estão apresentadas na Tabela 14. Observou-se que houve decréscimo nas exigências de proteína metabolizável para crescimento corporal e da lã à medida que se elevou o PV.

A exigência metabolizável de proteína para crescimento corporal, variou de 37,71 a 34,20 g/dia para 250g de ganho, para os animais Corriedale com peso de 28 a 38 kg de PV, respectivamente. No entanto, quando observamos os valores de exigências metabolizável de proteína total, ou seja, corpo mais lã, são obtidos os valores de 43,35 a 38,75 g/dia para 250g

de ganho. O incremento existente nestes valores é atribuído ao acréscimo de proteína para o crescimento da lã.

O AFRC (1993) estimou exigência de proteína de 110 e 114 g/250 g de ganho, para animais de 20 e 30 kg de PV, respectivamente. O autor Gonzaga Neto et al., (2005) em estudo com animais Morada Nova estimou PMg de 92,63 g/dia para cordeiros com 25 kg de PV e ganho de 250 g/dia. Assim como ocorreu nas exigências líquidas de proteína, as exigências metabolizáveis de proteína também são influenciadas pela composição corporal dos animais, deste modo, os animais com aptidão para produção de carne apresentam maiores exigências devido a deposição de tecidos musculares.

Tabela 14 - Exigência metabolizável de proteína (g/dia) para ganho de peso de cordeiros da raça Corriedale em crescimento

PV (kg)	GMD (kg)			
	0,100	0,150	0,200	0,250
Exigência para crescimento corporal (g/dia)				
28	15,08	22,62	30,16	37,71
33	14,51	21,76	29,01	36,26
38	13,68	20,52	27,36	34,20
Exigência para crescimento de lã (g/dia)				
28	2,26	3,39	4,52	5,64
33	2,07	3,10	4,14	5,18
38	1,82	2,73	3,64	4,55
Exigência total (g/dia)				
28	17,34	26,01	34,68	43,35
33	16,58	24,86	33,15	41,44
38	15,5	23,25	31,00	38,75

Exigência total (g/dia) = exigência para crescimento corporal + exigência para crescimento da lã

## CONCLUSÃO

Para os animais da raça Corriedale a composição corporal total de proteína teve incremento com a elevação do peso de corpo vazio dos animais. As exigências líquida e metabolizável de proteína para manutenção foram equivalentes a 1,75 g/kg PV<sup>0,75</sup>/dia. As

exigências líquida e metabolizável de proteína para ganho reduziram com o aumento do PV, sendo que, as exigências líquidas de proteína variaram de 25,58 a 22,87 g/dia e as exigências metabolizáveis de proteína ficaram entre 43,35 e 38,75 g/dia para cordeiros Corriedale dos 28 aos 38 kg de PV e ganho de 250 g/dia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Necesidades energéticas e proteicas de los rumiantes**. Zaragoza: Acribia, 1993. 175p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**, 16th, 3. ed. AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD. 1997.

ATTAIX, D.; RÉMOND, D.; SAVARY-AUZÉLOUX, I.C. Protein metabolism and turnover. In: DIJKSTRA, J.; FORBES, J.M.; FRANCE, J. (eds.). **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. 2. ed. Wallingford: CAB International, 2005. p.373-397.

BLAXTER, K. L.; CLAPPERTON, J. L. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.19, p.511-512, 1965.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, 1959.

CABRAL, L. S. et al. Estimativas dos requisitos nutricionais de ovinos em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v. 9, n. 3, p. 529-542, 2008.

CARVALHO, S.; PIRES, C. C.; SILVA, J. H. Composição corporal e exigências líquidas de proteína para ganho de peso de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.6, p.2325-2331, 2000. (Supl. 2)

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION - CSIRO. **Nutrient requirements of domesticated ruminants**. Collingwood: CSIRO Publishing, 2007. 296p.

GALVANI, D. B. **Exigências e eficiência de utilização da energia e da proteína por cordeiros confinados**. 2008. 84 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

GALVANI, D. B. et al. Protein requirements of Texel crossbred lambs. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 81, p. 55-62, 2009.

GALVANI, D. B. **Exigências e eficiência energética e protéica de ovinos Dorper x Santa Inês alimentados com dietas contendo volumosos de valor nutricional distintos**. 2011. 111

f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens)–Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2011.

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**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 261-268, 2000.

GONZAGA NETO, S. **Composição corporal, exigências nutricionais e características da carcaça de cordeiros Morada Nova**. 2003. 92 f. Tese (doutorado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e veterinárias, Jaboticabal, 2003.

GONZAGA NETO, S. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de proteína e energia para cordeiros Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2446-2456, 2005.

GRIEBLER, L. **Exigências nutricionais de proteína e energia de cordeiros Texel**. 2015. 65 f. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

KIRTON, A.H. **Animal Industries Workshop Lincoln College**, Technical Handbook (lamb growth - carcass composition). 2.ed. Canterbury: Lincoln College, 1986. p.25-31.

KOCK, S. W.; PRESTON, R. L. Estimation of bovine carcass composition by the urea dilution technique. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.48, n.2, p.319-327, 1979.

KOMAREK, A. R. A filter bag procedure for improved efficiency of fiber analysis. **Journal of Dairy Science**. Champaign, v.76, p. 250, 1993. (Suppl.1).

LOBLEY, G. E. Controlo f the metabolic fate of amino acids in ruminants: a review. **Journal of Animal Science**, Savay, v. 70, n. 10, p. 3264-3275, 1992.

MARTINS, A. A. **Exigências nutricionais de energia e proteína para manutenção e ganho de cordeiros Texel**. 2013. 52f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feeds with refluxing beakers or crucibles: a collaborative study. **Journal of AOAC**. Washington, v. 85, n. 6, p. 1217-1240, 2002.

MOE, P.W.; TYRRELL, H.F. Estimating metabolizable and net energy of feeds. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FEED COMPOSITION, ANIMAL NUTRIENT REQUIREMENTS, AND COMPUTERIZATION OF DIETS, 1., 1967, Logan. **Proceedings...** Logan: Utah State University, 1976. p.232-237.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of sheep**. 6ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985a. 112p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids, and new world camelids.** Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 384p.

OLIVEIRA, A. P. de. **Requerimentos nutricionais de cordeiros Santa Inês com peso corporal de 14 a 28 kg.** 2012. 61 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

OSÓRIO, J. C. S. et al. **Métodos para avaliação da produção de carne ovina: 'in vivo', na carcaça e na carne.** Pelotas: UFPEL, 1998. 98p.

PALADINES, O. L. et al. Relationship between the nitrogen content and the heat of combustion value of sheep urine. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.23, n.2, p.528-532, 1964.

PFANDER, W. H. Protein requirements. In: HAFEZ, E. S. E.; DYER, I. A. (eds.). **Animal growth and nutrition.** Philadelphia: Lea & Febiger, 1969. p.291-311.

PIRES, C. C. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de energia e proteína para cordeiros em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.3, p.853-860, 2000.

REGADAS FILHO, J. G. L., et. al., Composição corporal e exigências líquidas proteicas de ovinos Santa Inês em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, p.1339-1346, 2011.

SENGER, C. et al. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 146, n. 1-2, p. 169, 2008.

SILVA, A. M. A. et al. Net requirements of protein and energy for maintenance of wool and hair lambs in a tropical region. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.49, n.2, p.165-171, 2003.

SILVA, A.E.D.F.; NUNES, J.F.; RIERA, G.S; FOOTE, W.C. Idade, peso e taxa de ovulação à puberdade em ovinos deslanados no Nordeste do Brasil. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.23, n.3, p.271-283, 1988.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3ed. Viçosa: UFV, 2002a. 235p.

SNIFFEN, C.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

SCHWAB, C. G. Amino acid nutrition of the dairy cow:Current status. In: PROCEEDINGS CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURES, 1996, Ithaca. Proceedings... Ithaca: Cornell University, 1996. p.184-198.

VALADARES, S. C. F. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte.** Viçosa: UFV/DZO, 2006. p. 142.

## 5 CAPÍTULO 3

### EXIGÊNCIAS DE CÁLCIO E FÓSFORO PARA MANTENÇA E GANHO DE CORDEIROS CORRIEDALE

#### RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Ovinocultura, pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, com o objetivo de estimar as exigências nutricionais de cálcio e fósforo para manutenção e ganho em peso de cordeiros da raça Corriedale. Foram utilizados 42 cordeiros castrados. A dieta foi constituída por silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench), grão de milho (*Zea mays* L.), farelo de soja (*Glycine max* L.) e mistura mineral, sendo calculada para atender às exigências de proteína bruta, energia metabolizável e macrominerais preconizadas pelo NRC (2007), para ganho de 0,200 kg diários. Seis cordeiros foram abatidos após 14 dias de adaptação ao experimento, para determinar a composição corporal inicial, animais referência na metodologia do abate comparativo, 24 animais foram alimentados *ad libitum* e abatidos aos 28, 33 ou 38 kg de PV, e 12 animais foram submetidos a dois níveis de oferta de alimento (70 e 55% do consumo *ad libitum*). O abate destes últimos foi realizado juntamente com aqueles alimentados *ad libitum* e abatidos aos 38 kg de PV. Foram constituídos oito grupos dos componentes corporais nos quais foram determinados os conteúdos corporais de nitrogênio. A composição corporal foi estimada a partir de equações de regressão do logaritmo da quantidade de cálcio e fósforo presentes no corpo vazio, em função do logaritmo do peso corporal vazio. As exigências líquidas de manutenção e o coeficiente de absorção destes minerais foram determinados a partir da correlação entre a quantidade de mineral ingerida e a quantidade retida no corpo, enquanto as exigências líquidas para o ganho em peso foram estimadas a partir da derivação de equações de predição da composição corporal. A composição corporal variou de 16,83 a 16,49 g de cálcio e 4,69 a 4,64 g de fósforo por kg de peso de corpo vazio. As exigências líquidas de manutenção, para animais entre 28 e 38 kg de peso vivo, foram 450 mg de Ca/dia e 329 mg de P/dia. As exigências dietéticas foram de 7,05 a 6,93 g/dia de cálcio e 4,14 a 4,11 g/dia de fósforo para cordeiros Corriedale, dos 28 aos 38 kg de PV, com ganho de 200 g/dia.

**Palavras chave:** Composição Corporal. Macrominerais. Nutrição. Ovinos.

### REQUIREMENTS CALCIUM AND PHOSPHORUS FOR MAINTENANCE AND GAIN OF LAMBS CORRIEDALE

#### ABSTRACT

This work was developed at the Sheep Laboratory, belonging to the Animal Science Department of the Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, with the objective of estimating the nutritional requirements of calcium and phosphorus for maintenance and weight gain of Corriedale lambs. Were used 42 castrated lambs. The diet was composed of sorghum silage (*Sorghum bicolor* (L) Moench), corn grain (*Zea mays* L.), soybean meal (*Glycine max* L.) and mineral mixture, being calculated to meet the requirements of crude protein, Metabolizable energy and macrominerals recommended by the NRC (2007), to gain 0.200 kg

daily. Six lambs were slaughtered after 14 days of adaptation to the experiment, to determine the initial body composition, reference animals in the comparative slaughter methodology, 24 animals were fed ad libitum and slaughtered at 28, 33 or 38 kg of BW, and 12 animals were submitted At two levels of food supply (70 and 55% of consumption ad libitum). The slaughter of the latter was carried out together with those fed ad libitum and slaughtered at 38 kg of BW. Eight groups of body components were formed in which the body contents of nitrogen were determined. The body composition was estimated from regression equations of the log of the amount of calcium and phosphorus present in the empty body, as a function of the logarithm of the empty body weight. The net maintenance requirements and the absorption coefficient of these minerals were determined from the correlation between the amount of mineral ingested and the amount retained in the body, while the net requirements for weight gain were estimated from the derivation of prediction equations of body composition. Body composition ranged from 16.83 to 16.49 g of calcium and 4.69 to 4.64 g of phosphorus per kg of empty body weight. The net maintenance requirements for animals between 28 and 38 kg live weight were 450 mg Ca/day and 329 mg P/day. Dietary requirements were from 7.05 to 6.93 g/day of calcium and 4.14 to 4.11 g/day of phosphorus for Corriedale lambs, from 28 to 38 kg of BW, gaining 200 g/day.

**Key words:** Body composition. Macrominerals. Nutrition. Sheep.

## INTRODUÇÃO

Os elementos minerais são componentes essenciais na dieta de ruminantes, pois, influenciam a produtividade, atuam como cofatores essenciais para utilização da energia e da proteína. Os minerais são responsáveis por funções vitais no organismo com reflexos no desempenho animal, as deficiências de um ou mais elementos minerais podem resultar em desordens nutricionais, levando o animal a desempenhos produtivo e reprodutivo abaixo do potencial.

As concentrações de cálcio e fósforo corporais são reflexo, principalmente, da proporção de ossos e gordura da carcaça. Portanto, fatores como idade, raça, grupo genético, sexo, manejo alimentar e condições climáticas, as quais os animais são submetidos, influem na concentração desses minerais. A base dos cálculos e do balanceamento da dieta para ovinos, nas condições brasileiras, são tabelas elaboradas por concelhos internacionais, como por exemplo, o National Research Council (NRC) e do Agricultural Research Council (ARC). No entanto, deve-se usar estas tabelas com cautela, pois podem comprometer a produção animal. Essas recomendações expressam exigências de ovinos lanados em países de clima temperado, deixando dúvidas quanto ao uso dessas exigências para ovinos criados em regiões tropicais (SILVA, 1995).

Para estimar as exigências de macrominerais para ganho de peso, é utilizado o método fatorial, proposto pelo ARC (1980). Este método estima as quantidades líquidas que são

depositadas no corpo do animal para atender ao ganho em peso, gestação, lactação e ao crescimento de lã em ovinos. A essas exigências líquidas são somadas as quantidades necessárias para atender às perdas endógenas. A soma das frações de manutenção e produção vão constituir a exigência líquida total, a qual, corrigida por um coeficiente de absorção do elemento inorgânico no aparelho digestivo do animal, resulta na exigência dietética do animal (ARC, 1980).

O método fatorial é usado por vários autores, no entanto, parte das diferenças nos resultados obtidos, ocorre pela forma de calcular as exigências de manutenção. Parte dos autores se baseiam em equações propostas pelo AFRC (1991), outros, utilizam equações geradas pelos dados dos próprios trabalhos, estas variações influenciam nas diferenças dos resultados finais.

Assim, é necessário o conhecimento das exigências nutricionais de macrominerais para as condições brasileiras, com os alimentos, as raças adaptadas ao ambiente. Os objetivos deste trabalho foram determinar a composição corporal e estimar as exigências nutricionais de manutenção e ganho de peso de cálcio e fósforo para cordeiros Corriedale.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### Local e época

O experimento foi realizado no Laboratório de Ovinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Localizada a altitude de 95m, latitude de 29°43' Sul e longitude de 53°42' Oeste sendo, o clima, o do tipo Cfa, subtropical úmido, segundo a classificação de Köppen. O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da mesma instituição (076/2014), e desenvolvido no período de Março de 2013 a Fevereiro de 2017.

### Animais, instalações, tratamento e dieta experimental

Foram utilizados 36 cordeiros, machos castrados, da raça Corriedale, desmamados, e confinados em baias individuais com 2 m<sup>2</sup> providas de comedouros e bebedouros. Após o período de adaptação, seis animais foram aleatoriamente selecionados e abatidos, servindo como referência na metodologia do abate comparativo (ARC, 1980). Dentre os remanescentes, dezoito animais foram alimentados *ad libitum* e abatidos aos 28, 33 ou 38 kg de peso vivo. Os demais, doze animais, foram submetidos a dois níveis de restrição alimentar: 70 e 55% do consumo *ad libitum*, expresso em percentual do peso vivo, utilizados para calcular a exigência

de manutenção. O abate destes últimos foi realizado juntamente com aqueles abatidos aos 38 kg de PV, independentemente do peso em que se encontravam.

A dieta foi constituída por silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench), grão de milho (*Zea mays* L.), farelo de soja (*Glycine max* L.) e mistura mineral, sendo calculada para atender às exigências de proteína bruta, energia metabolizável e macrominerais preconizadas pelo NRC (2007), para ganho de 0,200 kg diários. As composições bromatológica dos ingredientes utilizados na formulação da dieta experimental estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Teores médios de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, carboidratos totais, carboidratos não estruturais, cinzas, nutrientes digestíveis totais, energia líquida, cálcio e fósforo dos ingredientes utilizados na formulação da dieta experimental

Item (%)	Silagem de sorgo	Milho quebrado	Farelo de soja	Calcário Calcítico
Matéria Seca	94,46	93,60	95,48	99,00
Matéria Orgânica	93,06	98,47	93,28	0,46
Proteína Bruta	6,79	8,96	52,30	0,00
Extrato Etéreo	4,27	6,16	3,41	0,00
Fibra em Dergente Neutro	57,66	14,39	13,14	0,00
Fibra em Detergente Ácido	36,88	1,92	11,74	0,00
Carboidratos Totais	83,39	83,35	37,57	0,00
Carboidratos Não Estruturais	27,98	75,11	24,78	0,00
Cinzas	5,19	1,43	6,37	97,33
Nutrientes Digestíveis Totais <sup>1</sup>	57,23	87,24	81,54	0,00
Energia Líquida <sup>2</sup>	1,28	2,01	1,88	0,00
Calcio <sup>1</sup>	0,30	0,03	0,34	37,33
Fósforo <sup>1</sup>	0,18	0,25	0,58	0,03

<sup>1</sup>Valor tabelado (VALADARES FILHO et al., 2006)

<sup>2</sup>Valor calculado segundo Moe e Tyrrel (1976),  $EL = (0,0245 \times \% NDT) - 0,12$

As proporções dos ingredientes e composição bromatológica da dieta experimental estão apresentados na Tabela 2. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, em horários pré-estabelecidos às 8:00 e às 16:00 horas. A quantidade ofertada aos animais alimentados *ad libitum* foi ajustada para manter as sobras em 10% do total oferecido. Diariamente foram coletadas amostras do alimento oferecido e de suas respectivas sobras as quais foram congeladas para posteriores análises laboratoriais.

Os animais foram pesados no início do período experimental e a cada intervalo de 14 dias, após submetidos a um jejum prévio de sólidos por aproximadamente 14 horas. O intervalo

entre as pesagens foi reduzido na medida em que os animais se aproximavam do peso de abate pré estabelecido.

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição bromatológica da dieta experimental

<b>Ingredientes</b>	<b>Proporção dos ingredientes (%MS)</b>
Silagem de sorgo	50,00
Milho quebrado	22,75
Farelo de soja	25,58
Calcário calcítico	1,66
<b>Composição bromatológica (%MS)</b>	
Matéria seca	61,99
Matéria orgânica	93,48
Proteína bruta	18,81
Extrato etéreo	4,40
Fibra em detergente neutro	36,04
Fibra em detergente ácido	21,88
Carboidratos totais	70,26
Carboidratos não estruturais	37,41
Cinzas	4,54
Nutrientes digestíveis totais	67,66
Energia líquida	1,58
Cálcio	0,63
Fósforo	0,31

#### Abate, dissecação e composição das amostras

No abate, os animais foram pesados, insensibilizados, posteriormente, sacrificados através da secção das artérias carótidas e veias jugulares, efetuando-se a coleta total do sangue. Após a esfolagem e evisceração foram pesados individualmente: sangue, pele, patas, cabeça, fígado, pulmões e traquéia, coração, rins, gordura do coração, gordura renal, esôfago, língua, timo, baço, diafragma, bexiga, pênis, testículos, gordura associada ao aparelho reprodutor e gordura associada ao trato gastrointestinal (TGI). O rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino grosso e intestino delgado foram pesados cheios e, após esvaziamento e minuciosa lavagem, foram pesados novamente, obtendo-se, por diferença, o peso de conteúdo gastrointestinal (CGI). O peso de corpo vazio (PCV) foi obtido pela diferença entre PV e CGI, bexiga e urina. A lã foi removida da pele com auxílio de máquina de tosquia elétrica.

As carcaças foram pesadas e acondicionadas em câmara frigorífica à temperatura de 4°C por um período de 24 horas. Em seguida, foram novamente pesadas e seccionadas longitudinalmente. As meias carcaças direitas foram submetidas à separação regional em perna,

paleta, costela e pescoço, de acordo com a metodologia descrita por Osório et al., (1998). Após, os cortes foram separados em porção comestível (músculo, gordura e outros) e ossos. Da mesma forma, a cabeça, foi seccionada ao meio, e duas patas (uma anterior e uma posterior) de cada animal, foram separadas.

Foram constituídos oito grupos dos componentes corporais, conforme a Tabela 3, os sete primeiros, após trituração em moedor de carnes elétrico, foram retiradas amostras de aproximadamente 0,5 kg. O oitavo grupo foi composto por pequenas porções (aproximadamente 10%) de cada osso com auxílio de serra fita. As amostras foram acondicionadas em recipientes plásticos e congeladas para posteriores análises laboratoriais.

Tabela 3 – Componentes corporais que constituem as amostras dos cordeiros Corriedale

<b>Grupo</b>	<b>Nome</b>	<b>Componentes da amostra</b>
1	Órgãos internos	Pulmão e traquéia, coração, cérebro, rins, esôfago, língua, timo, baço, pâncreas, diafragma, bexiga, fígado e aparelho reprodutor
2	Trato gastrointestinal	Rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino grosso e intestino delgado
3	Gordura interna	Gordura do coração, renal, associada ao aparelho reprodutor e ao trato gastrointestinal
4	Sangue	Total coletado
5	Porção comestível	Músculo, gordura e outros
6	Pele	Pele
7	Lã	Lã
8	Ossos	Ossos

#### Componentes corporais

À exceção das amostras de sangue, as amostras de cada grupo dos componentes corporais foram moídas e após retirada uma alíquota de 200g colocadas em Becker com capacidade de 500 ml e levadas à estufa a 105°C, por um período de, no mínimo, 72 horas, para determinação da matéria seca gordurosa (MSG). Em seguida, as mesmas foram sucessivamente lavadas com éter de petróleo, para obtenção da matéria seca pré-desengordurada (MSPD) (KOCK; PRESTON, 1979).

Após obter a MSPD, as amostras foram trituradas em moinho de bola, para posteriores determinações de nitrogênio total, no espectrômetro de massa (IRMS), e de gordura segundo

Bligh e Dyer (1959). A gordura removida no pré-desengorduramento foi calculada pela diferença entre a MSG e a MSPD, cujo resultado foi adicionado aos valores obtidos de gordura residual na MSPD, para determinação do teor total de gordura na amostra.

As amostras de sangue foram acondicionadas em bandejas de alumínio e levadas à estufa de ventilação forçada a 65°C por aproximadamente 96 horas, para determinação da matéria parcialmente seca (MPS). Posteriormente foram moídas em moinho de bola para às determinações de MS, Ca e P.

#### Análises laboratoriais de alimentos e sobras

As amostras dos alimentos fornecidos e sobras, foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada a 55°C por aproximadamente 72 horas sendo, em seguida, moídas em moinho tipo “Willey” com peneira de 2mm e acondicionadas em frascos identificados.

Foram determinados, os teores de matéria seca (MS) por secagem em estufa a 105°C durante 16 horas. O conteúdo de matéria mineral (MM) foi determinado por combustão a 600°C durante 4 horas (SILVA; QUEIROZ, 2002). O teor de nitrogênio total (N) foi determinado pelo método Kjeldahl (Método 984.13, AOAC, 1997). A determinação dos teores de extrato etéreo (EE) foi realizada de acordo com Silva e Queiroz (2002).

Para determinação da concentração de fibra em detergente neutro (FDN) as amostras foram acondicionadas em saquinhos de poliéster (KOMAREK, 1993) tratados com solução detergente neutro em autoclave a 110°C por 40 minutos (SENGER et al., 2008), para as amostras de concentrado foi incluída  $\alpha$ -amilase (MERTENS, 2002). As concentrações de fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LDA) foram determinadas de acordo com a AOAC (1997, método 973.18). Os carboidratos totais (CHT) foram determinados segundo Sniffen et al. (1992) e os carboidratos não estruturais (CNE), pela diferença entre CHT e FDN. Os valores de energia bruta (EB) foram determinados mediante o uso de bomba calorimétrica (Parr, Calorímetro Adiabático, EUA), segundo Silva e Queiroz (2002).

#### Concentrações de cálcio e fósforo

As análises para determinação dos macrominerais foram efetuadas por digestão ácida com ácido sulfúrico, obtendo-se a solução mineral (TEDESCO, et al., 1995). Em seguida, foram feitas as diluições para determinação do cálcio e do fósforo. O cálcio foi determinado adicionando-se cloreto de estrôncio e as leituras, foram realizadas em espectrofotômetro de absorção atômica. O fósforo foi determinado por redução do complexo fósforo-molibdato e as leituras foram realizadas por colorimetria em espectrofotômetro.

As concentrações corporais de cálcio e fósforo foram determinadas em função das concentrações percentuais nas distintas amostras de componentes corporais. O somatório dos valores, expressos em gramas, forneceu o total de cada componente químico e possibilitou o cálculo de seus percentuais no PCV.

Para predição do conteúdo de cálcio e fósforo por quilo de peso corporal vazio dos animais, foi adotado o modelo exponencial  $y = ax^b$ , preconizado pelo ARC (1980). Este modelo foi logaritimizado conforme a equação que se segue:

$$\text{Log } Y = a + b \text{ Log } X$$

em que:

$\text{Log } Y$  = logaritmo do conteúdo total do macromineral no corpo vazio,  $a$  = intercepto,  $\text{Log } X$  = logaritmo do peso corporal vazio e  $b$  = coeficiente de regressão do conteúdo do macromineral em função do peso corporal vazio.

Para predição do PCV foi utilizada a equação de regressão deste, em função do peso vivo ao abate.

#### Exigências de cálcio e fósforo para manutenção

Para estimar a exigência líquida para manutenção foi realizada uma análise de regressão entre a quantidade de cálcio e fósforo retida no corpo vazio e a quantidade de cada mineral consumida. Os animais usados para gerar estes dados foram os submetidos a restrição alimentar (55 e 70% do consumo *ad libitum*) e os alimentados *ad libitum* abatidos aos 38 kg de PV. A exigência líquida para manutenção foi obtida após a extrapolação da equação de regressão para o nível zero de ingestão.

#### Exigências de cálcio e fósforo para ganho de peso

As exigências líquidas para o ganho em peso corporal vazio de cálcio e fósforo foram estimadas a partir da derivação das equações de regressão da composição corporal, obtendo-se a equação  $y' = b^{10-a} \text{PCV}^{(b-1)}$ .

As exigências líquidas desses minerais para o ganho de peso vivo foram obtidas por meio da conversão do peso corporal vazio em peso vivo, utilizando-se o fator 1,20 obtido pelo quociente PV/PCV dos animais.

A soma das frações de manutenção e produção constituem a exigência líquida total, a qual, corrigida por um coeficiente de absorção do elemento inorgânico no aparelho digestivo do animal, resulta na exigência dietética do animal (ARC, 1980).

### Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento utilizado foi o Inteiramente Casualizado. Os dados foram submetidos à análise de regressão segundo o modelo:

$$Y_{ij} = \alpha + \beta x_{ij} + \phi$$

Em que:

$Y_{ij}$  = Observação da variável dependente correspondente à repetição da independente  $j$  sob o tratamento de ordem  $i$ ,  $\alpha$  = intercepto,  $\beta$  = coeficiente de regressão,  $x_{ij}$  = observação da variável independente associado à repetição de ordem  $j$  sob tratamento de ordem  $i$ ,  $\phi$  = Desvios da regressão.

Todas as análises foram realizadas em nível de 5% de significância através do procedimento GLM.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Composição corporal

Na Tabela 15 estão os resultados médios e respectivos desvios padrão da composição corporal em Ca e P e peso dos cordeiros Corriedale. A porcentagem de matéria seca foi de 35,93 a 44,16, a de gordura foi de 9,89 a 17,57, o de cálcio foi de 1,69 a 1,61 e a do fósforo foi de 0,45 a 0,43 para os pesos de corpo vazio entre 23,69 a 32,09. Observa-se que houve um aumento na concentração de matéria seca e gordura corporal, no entanto, a concentração corporal de Ca e P reduziu com o aumento do PV. Estes resultados também foram obtidos por Pérez et al., (2001), Geraseev et al., (2000) e Baião et al., (2003). Pode-se atribuir estas variações as mudanças na composição corporal que ocorrem quando há o aumento de peso dos animais.

O decréscimo nas concentrações de Ca e P pode ser explicado pelo aumento na concentração de gordura nos animais mais pesados e pela redução no crescimento ósseo à medida que aumenta o peso corporal, pois a maior parte do Ca e P corporal está presente nesse tecido (PÉREZ et al., 2001). Segundo Silva, (1995) a maioria desses elementos encontra-se nos ossos, e ocorre redução quando os animais atingem a maturidade, pois há uma redução no crescimento ósseo.

Em estudo com animais oriundos do cruzamento entre as raças Ile de France e Santa Inês, com peso entre 15 e 45 kg de PV, Baião et al., (2003) relata a composição corporal de 38,91 a 47,24 % MS, 11,98 a 24,26 % de gordura, 1,19 a 1,07 % de Ca e 0,71 a 0,67 % de P.

Tabela 15 - Peso ao abate (PA), peso de corpo vazio (PCV) e composição corporal de matéria seca, gordura, cálcio e fósforo (% no PCV), em função dos diferentes pesos de abate (média  $\pm$  desvio-padrão)

Variável	Referência	Pesos de abate		
		28	33	38
Peso ao abate (kg)	28,83 $\pm$ 3,21	28,84 $\pm$ 1,05	32,90 $\pm$ 2,15	38,03 $\pm$ 1,28
Peso de corpo vazio (kg)	23,69 $\pm$ 2,58	23,31 $\pm$ 0,72	26,49 $\pm$ 1,53	32,09 $\pm$ 2,08
Matéria seca (%)	35,93 $\pm$ 1,00	38,69 $\pm$ 0,79	39,15 $\pm$ 1,30	44,16 $\pm$ 1,53
Gordura (%)	9,89 $\pm$ 2,74	14,45 $\pm$ 2,64	14,93 $\pm$ 4,03	17,57 $\pm$ 2,21
Cálcio (%)	1,69 $\pm$ 0,41	1,67 $\pm$ 0,22	1,67 $\pm$ 0,23	1,61 $\pm$ 0,16
Fósforo (%)	0,45 $\pm$ 0,04	0,44 $\pm$ 0,06	0,44 $\pm$ 0,04	0,43 $\pm$ 0,11

Para animais da raça Santa Inês, com peso vivo de 15,02 a 35,91 Kg, Geraseev et al., (2000) determinou a composição corporal de 32,36 a 35,91 % MS, 10,02 a 14,43 % de gordura, 1,52 a 1,39 % de Ca e 0,81 a 0,75 % de P. As variações observadas entre as pesquisas, podem ser atribuídas, entre outros fatores, a diferença racial dos animais utilizados nos experimentos. Segundo Paulino et al., (1999), alguns fatores modificam a composição do ganho e a composição mineral, como o grupo genético, a idade e peso dos animais.

No presente estudo, com animais da raça Corriedale, caracterizados como animais lanados, houve menor concentração de fosforo na carcaça, quando comparados aos estudos realizados com animais deslanados. Os animais lanados possuem maior quantidade de gordura na carcaça, o que resulta em menores proporções de nutrientes minerais, pois, a gordura apresenta pequena quantidade de minerais. Segundo Andrigueto et al., (2002) a concentração mineral do fósforo é mais influenciada pela gordura pois 20% deste elemento está presente nos tecidos moles e fluídos.

As diferenças nas concentrações de cálcio e fósforo corporais são reflexo principalmente das diferenças existentes na proporção de ossos na carcaça, uma vez que 99% do conteúdo de cálcio e 80% do conteúdo de fósforo no corpo estão nos ossos (GERASEEV et al., 2000). No presente estudo, o conteúdo de cálcio e fósforo da massa óssea representou 98,33 e 80,02% da carcaça, respectivamente.

A partir dos dados de composição corporal foram obtidas as equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de cálcio e fósforo, em função do logaritmo do PCV, para cordeiros dos 28 aos 38 kg de PV (Tabela 16).

Tabela 16 - Equações de predição para o peso de corpo vazio (PCV), em função do peso vivo (PV) e conteúdo corporal de cálcio e fósforo em função do peso de corpo vazio

Variável	Equação de regressão	R <sup>2</sup>
PCV	Peso de corpo vazio, Kg = $-1,3344 + 0,8615 \text{ PV,kg}$	88,20
Cálcio	Log Cálcio, g = $1,3087 + 0,9394 \text{ Log PCV, kg}$	51,84
Fósforo	Log Fósforo, g = $0,7042 + 0,9755 \text{ Log PCV,kg}$	48,22

Concentração de cálcio e fósforo no corpo vazio dos animais

Com base nas equações da Tabela 16 foi estimada a concentração de cálcio e fósforo por Kg de peso de corpo vazio (Tabela 17). Os resultados apresentados, na Tabela 17, indicam decréscimo no conteúdo corporal dos macrominerais por unidade de peso (g/kg PCV) com o aumento do PCV.

Tabela 17 - Estimativa da concentração de cálcio e fósforo em função do peso de corpo vazio

Peso ao abate (kg)	Peso de corpo vazio (PCV) (kg)	Mineral (g/kg PCV)	
		Cálcio	Fósforo
28	23	16,83	4,69
33	26	16,70	4,67
38	32	16,49	4,64

Para os cordeiros Corriedale dos 28 aos 38 kg PV, foi obtido os valores médios de 16,67 g de Ca e 4,66 g de P/kg de PCV. Segundo o ARC (1980) a concentração de minerais no conteúdo corporal é constante, e ainda, independente do aumento de peso, sendo 11,0 g de Ca e 6,0 g de P por kg PCV. Os resultados do presente estudo não permaneceram constantes e são 51,57% superior para o Ca, e 22,22% inferiores para o fósforo, quando comparados aos preconizados pelo ARC (1980).

Para os sistemas internacionais AFRC (1991) e NRC (2007) a concentração corporal de cálcio decresce com a maturidade dos animais, pois há estabilização do tecido ósseo. Para o AFRC (1991) os animais com 20 kg e 40 kg de PV, os valores da concentração dos minerais são de 10,6 a 8,7 g de Ca por kg de PV e 6,2 a 5,3 g de P por kg de PV.

A massa óssea dos cordeiros da raça Corriedale correspondeu a 20,83, 17,76, 17,45 e 17,23% da MS, para os tratamentos referência, 28, 33 e 38 kg de PV. Desta massa óssea, a

quantidade dos minerais correspondeu a 22,78, 23,02, 25,15 e 25,43% de cálcio, e 5,80, 6,75, 7,20 e 7,24% de fósforo para os mesmos pesos vivos.

Em estudo com cordeiros Morada Nova, Gonzaga Neto et al., (2005), observou redução nas concentrações dos minerais com o aumento do PV, com variação de 14,3 a 12,4 g de Ca por kg de PCV e de 8,1 a 7,2 g de P por kg de PCV, para os pesos de 15 a 20 kg de PV, respectivamente. Os autores Geraseev et al., (2000), em pesquisa com animais Santa Inês, observou concentrações corporais de 15,43 a 13,97 g de Ca por kg de PCV e de 8,73 a 7,53 g de P por kg de PCV, para os pesos de 12,96 a 22,05 kg de PCV. Em pesquisa com animais cruza Texel, Goularte (2014) estimou as concentrações corporais de 14,84 a 12,09 g de Ca por kg de PCV e de 5,36 a 5,24 g de P por kg de PCV, para os pesos de 20 a 50 kg de PCV.

Estas diferenças podem ser atribuídas as variações na composição corporal existente em animais de diferentes raças. Outro fator que explica essas diferenças nas concentrações desses minerais é a variação na concentração de gordura, a qual é função de idade, raça, grupo genético, sexo, manejo alimentar e condições climáticas (Geraseev et al., 2000).

#### Exigência de manutenção

Os animais usados para estimar as equações de regressão foram os submetidos a restrição alimentar (55 e 70% do consumo *ad libitum*) e os alimentados *ad libitum* abatidos aos 38 kg de PV. Os coeficientes de absorção e as exigências líquidas para manutenção foram estimados, a partir de equações de regressão, correlacionando a quantidade ingerida (g/dia) pelos animais e a quantidade retida (g/dia) no corpo vazio dos mesmos. Após a extrapolação da equação de regressão para o nível zero de ingestão obteve-se as exigências líquidas para manutenção:

$$\text{Fósforo (g/dia) P retido} = - 0,329 + 0,26 \text{ P ingerido (R}^2=81,64)$$

$$\text{Cálcio (g/dia) Ca retido} = - 0,450 + 0,43 \text{ Ca ingerido (R}^2=71,95)$$

As exigências líquidas de manutenção para cálcio e fósforo, para cordeiros Corriedale entre 28 e 38 kg de peso vivo, foram 450 mg Ca/dia e 329 mg P/dia. Segundo o ARC (1980) os valores estimados devem estar entre 240 a 400 mg Ca/dia para cordeiros com 15 a 25 kg PV, respectivamente. As exigências líquidas de manutenção para cálcio e fósforo, encontradas por Geraseev et al., (2000), para animais entre 15 e 25 kg de peso vivo, foram de 305 mg Ca/dia e 325 mg P/dia, estes autores utilizaram a mesma metodologia do presente estudo para estimar esta exigência.

O coeficiente de absorção obtido para o cálcio e fósforo, na presente pesquisa foi de 0,43 e 0,26 respectivamente. Estes valores foram inferiores aos preconizados pelo ARC (1980), 0,68 para o cálcio e 0,73 para o fósforo, e NRC (1985), 0,60 para o cálcio e 0,70 para o fósforo. GERASEEV et al., (2000) reportou os valores de 0,44 e 0,55 para cálcio e fósforo respectivamente. Para o cálcio o resultado é semelhante ao do presente estudo, no entanto, para o fósforo é 52,72% superior. As diferenças entre os valores dos coeficientes de absorção do cálcio e fósforo podem ser atribuídas as diferenças entre os alimentos utilizados nos experimentos, além das condições ambientais e raças.

#### Composição do ganho em peso

Após derivar das equações de predição da composição corporal de cálcio e fósforo (Tabela 16), foram obtidas as equações que permitiram estimar a quantidade de cálcio e fósforo depositada por quilograma de ganho em PCV:

$$\text{Cálcio (g) } Y = 19,12 \cdot \text{PCV}^{-0,0606}$$

$$\text{Fósforo (g) } Y = 4,93 \cdot \text{PCV}^{-0,02}$$

A partir das equações de predição para o ganho de cálcio e fósforo, foram estimadas as exigências líquidas de cálcio e fósforo para ganho em PCV (Tabela 18).

Tabela 18 - Exigências líquidas (g) de cálcio e fósforo para ganho de 1 kg de peso de corpo vazio (PCV), para cordeiros Corriedale dos 28 aos 38 kg de peso vivo

PV (kg)	PCV (kg)	Mineral (g/kg de ganho de PCV)	
		Cálcio	Fósforo
28	23	15,81	4,57
33	26	15,70	4,55
38	32	15,50	4,53

As exigências líquidas de ganho para cordeiros com 23 a 32 kg de PCV foram de 15,81 a 15,50 g/kg PCV para cálcio e de 4,57 a 4,53 g/kg PCV para o fósforo. Segundo o AFRC (1991) o peso à maturidade deve ser considerado no cálculo, assim, há decréscimo na deposição destes minerais com o avanço da maturidade. Este concelho reporta os valores de 11,48 g Ca/kg PV e 6,62 g P/kg PV para animais com 15 kg PV.

Gonzaga Neto et al., (2005), em estudo com animais Morada Nova encontrou os valores de 9,32 e 5,57 g/kg de ganho de PCV, para Ca e P respectivamente, para cordeiros com 20,43 kg de PCV. Para os autores Geraseev et al., (2000) a concentração de cálcio no ganho de PCV encontrada foi de 12,55 a 11,36 g/kg PCV e de fósforo foi de 6,30 a 5,43 g/kg PCV, para animais com 12,96 a 22,05 kg de PCV, respectivamente. Os valores do presente estudo, quando comparados com o da Geraseev et al., (2000), são 38,73% superiores para Ca, e 18,81% inferiores para P, para os animais com 23 kg de PCV. Estas diferenças podem ser justificadas por fatores que influenciam na composição corporal dos animais, como por exemplo, a raça, o clima, e ainda a metodologia utilizada no preparo das amostras.

Na Tabela 19 estão apresentadas as exigências líquidas de cálcio e fósforo para ganho de peso vivo (PV), calculadas a partir da divisão das exigências líquidas para ganho em peso de corpo vazio (PCV), Tabela 18, pelo fator de correção obtido através da razão entre PV/PCV. O fator de correção obtido no presente estudo correspondeu a 1,2.

Tabela 19 - Exigências líquidas (g) de cálcio e fósforo para ganho de 1 kg de peso vivo (PV), para cordeiros da raça Corriedale dos 28 aos 38 kg de peso vivo

PV (kg)	Exigência líquida para 1 kg de ganho de PV		
	Cálcio (g)	Fósforo (g)	Ca : P <sup>1</sup>
28	12,91	3,73	
33	12,81	3,72	3,42
38	12,65	3,70	

<sup>1</sup> Ca : P: relação cálcio e fósforo

A exigência líquida para um kg de ganho de peso foi de 12,91 a 12,65 gramas de cálcio e 3,73 a 3,70 gramas de fósforo para animais com peso de 28 a 38 kg de PV. A relação Ca:P encontrada neste trabalho, para cordeiros Corriedale, foi de 3,42. Este resultado é superior aos valores de 1,80 e 1,76 preconizados pelo ARC (1980) e AFRC (1991), respectivamente.

Nas Tabelas 20 e 21 são apresentadas as estimativas das exigências líquidas de ganho de cálcio e fósforo dos cordeiros Corriedale dos 28 a 38 kg de PV. Tanto para o cálcio quanto para o fósforo observa-se que as exigências líquidas totais diminuem com o aumento do PV e aumentam com a taxa de ganho. Estes resultados também foram observados por outros autores, como Baião et al., (2003), Geraseev et al., (2000) e Perez et al., (2001).

Tabela 20 - Estimativas das exigências líquidas (g/dia) de cálcio para o ganho em peso vivo de cordeiros da raça Corriedale

PV (kg)	GMD (g/dia)	Cálcio		
		Mantença	Ganho	Total
28	100	0,450	1,290	1,740
	150	0,450	1,940	2,390
	200	0,450	2,580	3,030
	250	0,450	3,230	3,680
33	100	0,450	1,280	1,730
	150	0,450	1,920	2,370
	200	0,450	2,560	3,010
	250	0,450	3,200	3,650
38	100	0,450	1,260	1,710
	150	0,450	1,900	2,350
	200	0,450	2,530	2,980
	250	0,450	3,160	3,610

As exigências líquidas totais para cordeiros Corriedale com 33 kg de PV e ganho de 200 g/dia corresponderam a 3,01 g/animal/dia de Ca e 1,07 g/animal/dia de P. Segundo o ARC (1980) a exigência líquida para ganho de animais com 20 kg de PV e ganho de 200 g/dia é de 2,31 g/dia para cálcio e 1,39 g/dia para fósforo. Os resultados da presente pesquisa são 30,3% superior para cálcio e 30% inferior para fósforo quando comparados aos do ARC (1980).

Os autores Baião et al., (2003) em pesquisa com animais oriundos de cruzamento da raça Santa Inês, com 30 kg de PV e ganho de 200 g/dia, obteve exigências líquidas totais de 2,07 g/animal/dia de Ca e 1,42 g/animal/dia de P.

Assim como em outros resultados obtidos no presente estudo, pode-se atribuir as diferenças nas exigências líquidas de Ca e P para ganho, principalmente, as diferenças existentes na proporção de ossos e de gordura na carcaça dos animais nas distintas raças estudadas.

Tabela 21 - Estimativas das exigências líquidas (g/dia) de fósforo para o ganho em peso vivo de cordeiros da raça Corriedale

PV (kg)	GMD (g/dia)	Fósforo		
		Mantença	Ganho	Total
28	100	0,329	0,373	0,702
	150	0,329	0,560	0,889
	200	0,329	0,747	1,076
	250	0,329	0,933	1,262
33	100	0,329	0,372	0,701
	150	0,329	0,558	0,887
	200	0,329	0,744	1,073
	250	0,329	0,930	1,259
38	100	0,329	0,370	0,699
	150	0,329	0,555	0,884
	200	0,329	0,741	1,070
	250	0,329	0,926	1,255

As exigências dietéticas foram estimadas aplicando-se o método fatorial, segundo a metodologia recomendada pelo ARC (1980), ou seja, foram somadas as exigências de manutenção e as exigências líquidas, e estas, foram divididas pelo coeficiente de absorção, Tabela 22.

As exigências dietéticas de cálcio para cordeiros Corriedale, dos 28 aos 38 kg de PV, com ganho de 200 g/dia, foram de 7,05 a 6,93 g/dia. As exigências dietéticas de fósforo para cordeiros Corriedale, dos 28 aos 38 kg de PV, com ganho de 200 g/dia, foram de 4,14 a 4,11 g/dia. Segundo o ARC (1980) as exigências dietéticas correspondem a 3,4 g/dia de cálcio, e 1,9 g/dia de fósforo, para animais com 20 kg de PV e ganho de 200 g/dia. Para o NRC (1985) a exigências dietética de cálcio é de 5,2 g/dia, para animais com 20 kg de PV e ganho de 200 g/dia. Os valores citados por estes conselhos internacionais são inferiores ao obtido pelo presente estudo.

Tabela 22 - Estimativas das exigências dietéticas (g/dia) de cálcio e fósforo para o ganho em peso vivo de cordeiros da raça Corriedale

PV (kg)	GMD (g/dia)	Mineral	
		Cálcio	Fósforo
28	100	4,047	2,700
	150	5,558	3,419
	200	7,047	4,138
	250	8,558	4,854
33	100	4,023	2,696
	150	5,512	3,412
	200	7,000	4,127
	250	8,488	4,842
38	100	3,977	2,688
	150	5,465	3,400
	200	6,930	4,115
	250	8,395	4,827

Autores brasileiros também reportaram valores para exigência dietética de cálcio e fósforo inferiores ao deste estudo. Geraseev et al., (2000) estimou exigências dietéticas de cálcio fósforo de 4,87 e 1,91 g/dia respectivamente, para cordeiros Santa Inês com 20 kg de PV e ganho de 200 g/dia. Para Gonzaga Neto et al., (2005) as exigências dietéticas foram de 4,75 e 3,57 g/dia para cordeiros Morada Nova com 20 kg de PV e ganho de 200 g/dia.

## CONCLUSÃO

A composição corporal de cálcio e fósforo dos cordeiros Corriedale reduziu com o aumento do peso de corpo vazio para cálcio. As exigências líquidas de cálcio e fósforo para a manutenção, para animais entre 28 e 38 kg de peso vivo, foram de 450 mg de Ca/dia e 329 mg de P/dia. As exigências dietéticas foram de 7,05 a 6,93 g/dia de cálcio e 4,14 a 4,11 g/dia de fósforo para cordeiros Corriedale, dos 28 aos 38 kg de PV, com ganho de 200 g/dia.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **A reappraisal of the calcium, and phosphorus requirement of sheep and cattle.** Nutrition Abstracts and Reviews (Serie B) 61,573-612. 1991.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis,** 16th, 3. ed. AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD. 1997.

ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J. S. ; SOUZA, G.A. BONA, A. F.; Os minerais na nutrição animal, Nutrição animal, Nobel, v. 1, p. 89-205, 2002.

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

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology,** v. 37, 1959.

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,** Viçosa, v. 29, n. 1, p. 261-268, 2000.

GONZAGA NETO, S. et al. Composicao corporal e exigencias nutricionais de proteina e energia para cordeiros Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 34, n. 6, p. 2446-2456, 2005.

GOULART, S. R. **Exigências nutricionais de macro e microminerais em fêmeas ovinas mestiças lanadas confinadas.** 2014. 82 f. Tese (doutorado)-Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2014.

KOCK, S. W.; PRESTON, R. L. Estimation of bovine carcass composition by the urea dilution technique. **Journal of Animal Science,** Savoy, v.48, n.2, p.319-327, 1979.

KOMAREK, A. R. A filter bag procedure for improved efficiency of fiber analysis. **Journal of Dairy Science.** Champaign, v.76, p. 250, 1993. (Suppl.1).

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feeds with refluxing beakers or crucibles: a collaborative study. **Journal of AOAC.** Washington, v. 85, n. 6, p. 1217-1240, 2002.

MOE, P.W.; TYRRELL, H.F. Estimating metabolizable and net energy of feeds. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FEED COMPOSITION, ANIMAL NUTRIENT REQUIREMENTS, AND COMPUTERIZATION OF DIETS, 1., 1967, Logan. **Proceedings...** Logan: Utah State University, 1976. p.232-237.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of sheep**. 6ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985a. 112p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids, and new world camelids**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 384p.

OSÓRIO, J. C. S. et al. **Métodos para avaliação da produção de carne ovina: 'in vivo', na carcaça e na carne**. Pelotas: UFPEL, 1998. 98p.

PAULINO, M. F.; FONTES, C. A. de A.; JORGE, A. M.; QUEIROZ, A. C. de; SILVA, J. F. C. da; GOMES JUNIOR, P. Composição corporal e exigências de macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de bovinos não-castrados de quatro raças zebuínas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 634-641, 1999.

PÉREZ, J.R.O.; GERASEEV, L.C.; SANTOS, C.L. 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.

SENGER, C. et al. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 146, n. 1-2, p. 169, 2008.

SILVA, J. F. C. da. Exigências de macroelementos inorgânicos para bovinos: o sistema ARC/AFRC e a experiência no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1995. p. 467-504.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ed. Viçosa: UFV, 2002a. 235p.

SNIFFEN, C.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

TEDESCO, M. J. et al. **Analises de solo, planta e outros materiais**. 2ª Ed. Porto Alegre: Departamento de solos, UFRGS, 1995. 174p (Boletim Técnico,5).

VALADARES, S. C. F. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte**. Viçosa: UFV/DZO, 2006. p. 142.

## 6 DISCUSSÃO GERAL

O manejo nutricional é responsável por grande parte do sucesso nos sistemas de produção da ovinocultura, principalmente por representar o maior custo na produção de carne, leite e lã. Com o correto balanceamento das dietas, é possível garantir o adequado aporte nutricional, de acordo com as exigências nutricionais dos animais, de maneira economicamente viável.

As exigências nutricionais em energia, proteína e minerais são afetadas por diversos fatores, entre eles, a idade animal, o tamanho corporal, a taxa de crescimento, o estado fisiológico e a atividade muscular. O aporte energético insuficiente pode causar problemas na produção, no caso dos ovinos da raça Corriedale, seria o retardo do crescimento e a redução da produção de carne e lã. Além de aumentar a susceptibilidade dos animais a doenças e parasitas (SUSIN, 1996), o que prejudica toda a produção.

A energia de manutenção representa a produção de calor em jejum, ou seja o metabolismo basal, que corresponde a respiração, circulação, digestão, entre outros processos vitais, e ainda, o calor produzido nas atividades físicas do animal. A medida em que os animais aumentam a idade e o seu peso, o metabolismo de jejum vai reduzindo. Os animais mais jovens possuem maior exigência de manutenção devido a proporção dos órgãos internos. As exigências de manutenção constituem a maior proporção total de energia exigida pelo animal, isto ocorre pois as necessidades dos órgãos internos são maiores que as exigidas pelos tecidos musculares (ARC, 1980). O metabolismo de jejum também pode ser influenciado pela raça dos animais, sendo que animais deslanados apresentam maior exigência de manutenção (kcal/dia) do que os animais lanados. No entanto, tanto para os animais deslanados como para os lanados, estas exigências aumentam com a elevação do peso vivo.

As atividades físicas constituem outro fator que influencia as exigências. Animais em pastejo ou em grupos, gastam mais energia para buscar a alimentação ou para competir com os demais animais do rebanho, além de se locomover por locais com diferentes relevos (ARC, 1965). No entanto, animais confinados recebem o alimento direto no cocho e permanecem em locais planos. Segundo o ARC (1980) os animais apresentam gasto energético para os diversos movimentos, como, locomoção na horizontal ou na vertical, ficar em pé, ou então, mudar de posição corporal.

As exigências energéticas para ganho são influenciadas, principalmente, pela composição corporal dos animais em função do aumento de peso. Com o aumento do peso vivo a concentração de energia no corpo dos animais também aumenta, ou seja, os conteúdos totais

de proteína e gordura se elevam. No entanto, a concentração (g/kg de PV), de proteína reduz e a de gordura e energia aumentam. A maior deposição de tecido adiposo com o avanço da idade, influencia no aumento da exigência de ganho. Outro fator é o tamanho corporal, isso se deve ao fato de que animais com menor tamanho corporal demandam maior quantidade de energia para manutenção por kg de peso vivo, em decorrência de sua maior superfície corporal relativa e da maior presença de tecidos metabolicamente ativos em relação àqueles de maior tamanho corporal (BRODY, 1945). Além dos fatores raciais e de idade, o sexo dos animais também influencia nas exigências, pois, fêmeas depositam mais gordura do que machos, e assim, apresentam exigências de ganho maiores.

A proteína da dieta é parcialmente degradada no rumem e o componente nitrogenado é reutilizado pelos microorganismos para síntese de proteína microbiana. A utilização da proteína microbiana forneceu aminoácidos que serão absorvidos e utilizados na síntese proteica do animal (SUSIN, 1996). Assim, como ocorre com a energia, também deve-se fornecer uma quantidade de proteína para manter os processos vitais. Somado a esta proteína, para os processos vitais, há as perdas de nitrogênio para o crescimento da lã e para descamações da pele, também há as perdas de nitrogênio nas fezes e urina, essas correspondem a proteína líquida de manutenção. A exigência de proteína para ganho está diretamente relacionada com a deposição de proteína corporal. Sendo que as exigências de proteína líquida para ganho reduzem com o avanço da idade e peso dos animais. Além disso, o sexo também tem influência nas exigências de proteína, de maneira geral, as fêmeas tem menor exigência do que os machos, devido a maior proporção de gordura corporal (ARC, 1980).

As exigências de minerais para manutenção correspondem a quantidade destes necessária para suprir as perdas endógenas dos animais nas fezes e urina. A secreção de cálcio fecal independe da ingestão deste mineral, mas aumenta como nível de ingestão do alimento (AFRC, 1991). A maior parte da secreção de fósforo ocorre pela saliva, por isto, é dependente da ingestão deste mineral, sendo que a menor ingestão reduz o fósforo salivar, e assim, a secreção endógena (AFRC, 1991). O fósforo endógeno também depende do tipo de dieta, pois, esta vai influenciar na secreção salivar. Para o (AFRC, 1991) as perdas endógenas fecais de fósforo (mg/kg PV) reduzem com o aumento do peso, no entanto, para o (ARC, 1980) estas se mantem constantes com aumento de peso vivo.

Os animais mais jovens possuem maior exigência de minerais devido a maior taxa de crescimento do tecido ósseo. Além disto, a gordura também afeta as exigências dos minerais, pois, o maior teor de gordura no corpo ocasiona menor concentração de minerais na carcaça, e assim, menor exigência.

## **7 CONCLUSÃO GERAL**

As determinações das exigências nutricionais de energia, proteína, cálcio e fósforo para manutenção e ganho de peso de cordeiros da raça Corriedale diferem das determinações das exigências reportadas pelos conselhos internacionais, entre eles, ARC (1980), NRC (1985<sup>a</sup>), NRC (2007) e AFRC (1993). Fatores como ambiente, raça, alimentação, entre outros, influenciaram na composição corporal dos animais. Além disto, as diferenças na metodologia utilizada para os cálculos das determinações bromatológicas, principalmente energia, podem ter contribuído para as variações nos resultados.

Também, nos estudos realizados no próprio País, é possível encontrar diferenças nas estimativas das exigências nutricionais, o que ocorre, principalmente, pela diversidade climática, racial e alimentar que existe no Brasil. Assim, faz-se necessário mais estudos sobre exigências nutricionais para ovinos adaptados as condições brasileiras, especificamente para clima sub tropical com o objetivo de estabelecer padrões nutricionais de acordo com a realidade da região.

## 8 REFERÊNCIAS

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of farm animals.** London, 1965.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminant livestock.** London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 351p.
- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **A reappraisal of the calcium, and phosphorus requirement of sheep and cattle.** Nutrition Abstracts and Reviews (Serie B) 61,573-612. 1991.
- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Necesidades energéticas e proteicas de los rumiantes.** Zaragoza: Acribia, 1993. 175p.
- BAIÃO, E. A. M. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de cálcio e fósforo para ganho em peso de cordeiros. **Ciência e Agrotecnologia**, v.27, n.6, p.1370-1379, 2003.
- BLAXTER, K.L. **Energy metabolism of ruminants.** London: Hutchinson, 1962. 329p.
- BRODY, S. **Bioenergetics and growth: with special reference to the efficiency complex in domestic animals.** New York: Reinhold Publishing Corporation, 1945. 1023p.
- CABRAL, L. S. et al. Estimativas dos requisitos nutricionais de ovinos em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v. 9, n. 3, p. 529-542, 2008.
- CARVALHO, S. et al. Desempenho de cordeiros machos inteiros, machos castrados e fêmeas, alimentados em confinamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, n.1, p.129-133, 1999.
- COSTA, R. G.; MARQUES, A. V. M. S.; MEDEIROS, A. N.. Efeitos da alimentação sobre as características quantitativas de carcaça ovina. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, v.30, n.348, p.18-33, fev.2006.
- COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION - CSIRO. **Nutrient requirements of domesticated ruminants.** Collingwood: CSIRO Publishing, 2007. 296p.
- FERRELL, C. L. Contribution of visceral organs to animal energy expenditures. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.66, Suppl, n.3, p.23-24, 1988.
- FERRELL, C. L.; JENKINS, T. G. Cow type and the nutritional environment: Nutritional aspects. **Journal of Animal Science**, 61(3):725-741, 1985.
- GALVANI, D. B. **Exigências e eficiência de utilização da energia e da proteína por cordeiros confinados.** 2008. 84 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.
- 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**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 261-268, 2000.

GONÇALVES, L. C. **Digestibilidade, composição corporal, exigências nutricionais e características das carcaças de zebuínos, taurinos e bubalinos**. 1988. 238 f. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

GRIEBLER, L. **Exigências nutricionais de proteína e energia de cordeiros Texel**. 2015. 65 f. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

KIRTON, A.H. Carcass and meat qualities. In: Sheep and Goat Production, editado por COOP, I.E. New York, ed. **Elsevier Scientific Publishing Company**, v. 2, p. 259-295, 1982.

LOFGREEN, G. P.; GARRET, 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.

MARTINS, A. A. **Exigências nutricionais de energia e proteína para manutenção e ganho de cordeiros Texel**. 2013. 52f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

MIRANDA, E. N. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de macrominerais de bovinos Caracu selecionados e Nelore selecionados ou não para peso ao sobreano. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.35, n.3, p.1201-1211, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids, and new world camelids**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 384p.

ORSKOV, E. R. **Alimentacion de los ruminantes**. Zaragoza: Acribia, 1990. 119 p.

PAULINO, M.F.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. et al. Composição corporal e exigências de energia e proteína para ganho de peso de bovinos de quatro raças zebuínas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.627-633, 1999.

PAULINO, P. V. R. et, al. Exigências Nutricionais de Zebuínos: Proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.759-769. 2004.

PFANDER, W. H. Protein requirements. In: HAFEZ, E. S. E.; DYER, I. A. (eds.). **Animal growth and nutrition**. Philadelphia: Lea & Febiger, 1969. p.291-311.

PIRES, C. C. et al. Composição corporal e exigências nutricionais de energia e proteína para cordeiros em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.3, p.853-860, 2000.

SILVA, J.F.C. Metodologias para determinação de exigências nutricionais em ovinos. In: SILVA SOBRINHO, A.G.; BATISTA, A.M.V.; SIQUEIRA, E.R. et al. (eds.). **Nutrição de ovinos**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. p.1-68.

SILVA, R. H. **Composição corporal e exigências de proteína e energia de cordeiros da raça Santa Inês**. 1999. 70 p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

SILVA, F.F. et al. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.1, p.503-513, 2002 (suplemento).

SUSIN, I. Exigências nutricionais de ovinos e estratégias de alimentação. In: SILVA SOBRINHO, A. G.; BATISTA, A. M. V.; SIQUEIRA, E. R.; et al. **Nutrição de ovinos**. Jaboticabal: FUNEP, 1996, p.119-141.