

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE CORDEIROS DESLANADOS E  
VALIDAÇÃO DO MODELO *SMALL RUMINANT NUTRITION SYSTEM*  
(SRNS)**

**MARCUS ROBERTO GÓES FERREIRA COSTA**

**FORTALEZA-CE  
JUNHO/2012**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE CORDEIROS DESLANADOS E  
VALIDAÇÃO DO MODELO *SMALL RUMINANT NUTRITION SYSTEM* (SRNS)**

**MARCUS ROBERTO GÓES FERREIRA COSTA**

**Engenheiro Agrônomo**

**FORTALEZA-CE**  
**JUNHO/2012**

**MARCUS ROBERTO GÓES FERREIRA COSTA**

**EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE CORDEIROS DESLANADOS E  
VALIDAÇÃO DO MODELO *SMALL RUMINANT NUTRITION  
SYSTEM* (SRNS)**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do Título de Doutor em Zootecnia.

**Orientadora**

Profa. Dra. Elzânia Sales Pereira

**Coorientador**

Prof. Dr. Pedro Veiga Rodrigues Paulino

**Coorientador**

Prof. Dr. Aderbal Marcos de Azevedo Silva

**FORTALEZA-CE  
JUNHO/2012**

**MARCUS ROBERTO GÓES FERREIRA COSTA**

**EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE CORDEIROS DESLANADOS E  
VALIDAÇÃO DO MODELO *SMALL RUMINANT NUTRITION SYSTEM* (SRNS)**

Tese defendida e aprovada em 28 de junho de 2012

Comissão Examinadora:

---

Profª. Dra. Elzânia Sales Pereira  
Orientadora

---

Prof. Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros  
Membro

---

Prof. Dr. Severino Gonzaga Neto  
Membro

---

Profª. Dra. Maria Socorro de Sousa Carneiro  
Membro

---

Profª. Dra. Patrícia Guimarães Pimentel  
Membro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

- 
- C874e Costa, Marcus Roberto Góes Ferreira.  
Exigências nutricionais de cordeiros deslanados e validação do modelo *small ruminant nutrition system* (SRNS) / Marcus Roberto Góes Ferreira Costa – 2012.  
113 f. : il., enc. ; 30 cm.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Doutorado Integrado em Zootecnia, Fortaleza, 2012.  
Área de Concentração: Nutrição Animal.  
Orientação: Profa. Dra. Elzânia Sales Pereira.  
Coorientação: Prof. Dr. Aderbal Marcos de Azevedo Silva  
Coorientação: Prof. Dr. Pedro Veiga Rodrigues Paulino.
1. Nutrição animal - digestibilidade 2. Abate comparativo – cordeiros I. Título.

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**MARCUS ROBERTO GÓES FERREIRA COSTA** – filho de Vera Góes Ferreira Costa e de Marcus Roberto Ferreira Costa, nascido em Fortaleza – CE, no dia 26 de dezembro de 1983. Ingressou no Curso de Agronomia da Universidade Federal do Ceará no mês de março do ano de 2001, onde se formou no mês de janeiro de 2007. Em março de 2007 ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, obtendo o grau de Mestre em dezembro de 2008. No período de março de 2008 a fevereiro de 2009 ocupou o cargo de professor substituto do curso de Agronomia da Universidade Federal do Ceará – *Campus Cariri*. Em março de 2009 ingressou no curso de Doutorado Integrado em Zootecnia das instituições Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal Rural do Pernambuco. Atualmente é professor efetivo do Instituto Federal do Ceará – *Campus Crateús*.

### **Sou Cabra da Peste**

Eu sou de uma terra que o povo padece  
Mas nunca esmorece, procura vencê,  
Da terra adorada, que a bela cabôca  
Com riso na bôca zomba no sofrê.

Não nego meu sangue, não nego meu nome,  
Olho para fome e pergunto: o que há?  
Eu sou brasileiro fio do Nordeste,  
Sou Cabra da Peste, sou do Ceará.

Tem muita beleza minha boa terra,  
Derne o vale à serra, da serra ao sertão.  
Por ela eu me acabo, dou a prope vida,  
É terra querida do meu coração.

Meu berço adorado tem bravo vaquêro  
E tem jangadêro que domina o má.  
Eu sou brasileiro fio do Nordeste,  
Sou Cabra da Peste fio do Ceará.

Ceará valente que foi muito franco  
Ao guerrêro branco Soares Moreno,  
Terra estremecida, terra predileta  
Do grande poeta Juvená Galeno.

Sou dos verde mare da cô da esperança,  
Qui as água balança pra lá e pra cá.  
Eu sou brasileiro fio do Nordeste,  
Sou Cabra da Peste, sou do Ceará.

Ninguém me desmente, pois, é com certeza  
Quem qué vê beleza vem ao Cariri,  
Minha terra amada pissui mais ainda,  
A muié mais linda que tem o Brasi.

Terra da jandaia, berço de Iracema,  
Dona do poema de Zé de Alencá  
Eu sou brasileiro fio do Nordeste,  
Sou Cabra da Peste, sou do Ceará.

**Antônio Gonçalves da Silva (Patativa do Assaré)**

Pois quando a sabedoria entrar no teu coração, e o conhecimento fora agradável à tua alma, o bom siso te guardará e a inteligência te conservará.

**Pv. 2:10-12**

A Deus, Senhor e salvador da minha vida.

À minha amada esposa, Virgínia, verdadeiro presente de Deus para mim, a personificação da mulher virtuosa. “Mulher virtuosa quem a achará? O seu valor muito excede ao de rubis. O coração de seu marido está nela confiado...”  
Pv. 31:10-11

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por conceder-me o dom da vida e proteger-me ao longo de minha existência.

Aos meus pais, Marcus e Vera, porto seguro em todos os momentos, pelo amor, dedicação e incessante incentivo aos estudos e pelo legado de educação e caráter.

Aos meus avós maternos, Zelito e Maria Emília, e a meu avô paterno Antony Costa (*in memoriam*), pessoas que marcaram minha vida para sempre.

À minha amada avó paterna Neusa, a quem devo parte do mérito da obtenção desse título de doutor.

À Universidade Federal do Ceará, instituição de imensuráveis valores social, econômico e tecnológico para o estado do Ceará bem como para minha vida profissional, onde permaneci por dez anos, desde minha graduação, passando pelo curso de mestrado, aventurando-me como professor substituto e consolidando minha formação com o curso de Doutorado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Banco do Nordeste do Brasil, pelo financiamento do projeto “Exigências Nutricionais de Energia e Proteína de Ovinos das Raças Santa Inês e Morada Nova Alimentados com diferentes Níveis Energéticos”.

Ao programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal Rural do Pernambuco por possibilitar a realização do curso de Doutorado.

À Professora Elzânia Sales Pereira, pela orientação e apoio durante o curso.

Ao Professor Aderbal Marcos de Azevedo Silva, pela generosa disposição em auxiliar-me na interpretação dos resultados.

Ao Professor Pedro Veiga Rodrigues Paulino, pela amizade e preciosas colaborações no planejamento e condução deste trabalho.

À Professora Patrícia Guimarães Pimentel, amiga e companheira de todas as horas e ocasiões.

À Professora Maria Socorro de Souza Carneiro, pessoa abençoada que Deus colocou em meu caminho, e que me apresentou ao mundo docente, cativando-me e despertando em mim a paixão pelo magistério.

Aos colegas, amigos e irmãos do grupo da nutrição de ruminantes, Hilton Alexandre, Rildson Fontenele, Danilo Camilo e Paulo César, pelo grande auxílio na condução deste experimento.

Aos colegas do programa de pós-graduação em Zootecnia: Luiz Barreto, William Mochel, Leonardo Hunaldo, Rodrigo Gregório, Marcelo Cassimiro, Jaime Miguel, Nelson Costa, Rómulo Rizzardo, Cutrim Júnior, Davi Rocha, Jaime Martins, Marieta Maria, Patrícia Barreto, Ana Patrícia, Ítalo Araújo, Guilherme Sobral, João Paulo, Leonilha Ferreira (*in memoriam*) personalidades distintas, que estarão sempre em minhas melhores lembranças.

Às amigas laboratoristas, Helena e Rose, pelo valioso apoio à realização das análises laboratoriais.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	xi
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	xiii
<b>RESUMO GERAL</b> .....	xiv
<b>ABSTRACT</b> .....	xvi
<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b> .....	1
<b>CAPÍTULO 1 – Efeito da densidade energética da dieta sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, desempenho e características de carcaça de cordeiros Morada Nova</b> .....	10
<b>RESUMO</b> .....	11
<b>ABSTRACT</b> .....	12
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	14
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	18
<b>CONCLUSÃO</b> .....	23
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	24
<b>CAPÍTULO 2 – Composição corporal e requerimentos líquidos de energia e de proteína para cordeiros Morada Nova</b> .....	29
<b>RESUMO</b> .....	30
<b>ABSTRACT</b> .....	31
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	32
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	33
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	39
<b>CONCLUSÃO</b> .....	46
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	47
<b>CAPÍTULO 3 – Eficiência de utilização da energia metabolizável, exigências dietéticas e avaliação do modelo <i>Small Ruminant Nutrition System</i> para cordeiros Morada Nova</b> .....	52
<b>RESUMO</b> .....	53
<b>ABSTRACT</b> .....	54
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	55
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	56
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	61
<b>CONCLUSÕES</b> .....	68

<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	69
<b>CAPÍTULO 4 – Predição da composição química corporal de cordeiros Morada Nova a partir da seção entre as 9ª e 11ª costelas</b> .....	74
<b>RESUMO</b> .....	75
<b>ABSTRACT</b> .....	76
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	77
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	78
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	83
<b>CONCLUSÃO</b> .....	88
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	89
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES</b> .....	94

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 1

	Página
<b>Tabela 1</b> – Composição químico-bromatológica dos ingredientes, feno de capim-Tifton 85 e dos concentrados utilizados nas dietas experimentais em g/kg.....	15
<b>Tabela 2</b> – Composição químico-bromatológica das rações experimentais em g/kg....	15
<b>Tabela 3</b> – Consumo de nutrientes por cordeiros Morada Nova alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável.....	19
<b>Tabela 4</b> – Digestibilidade aparente dos nutrientes em cordeiros Morada Nova alimentados com níveis crescentes de energia metabolizável.....	19
<b>Tabela 5</b> – Desempenho e características de carcaça de cordeiros Morada Nova alimentados com níveis crescentes de energia metabolizável.....	22

### Capítulo 2

<b>Tabela 1</b> – Composição químico-bromatológica dos ingredientes, feno de capim-Tifton 85 e dos concentrados utilizados nas dietas experimentais em g/kg.....	35
<b>Tabela 2</b> – Composição químico-bromatológica das rações experimentais em g/kg....	36
<b>Tabela 3</b> - Valores médios de parâmetros de consumo e retenção de nutrientes em cordeiros Morada Nova.....	40
<b>Tabela 4</b> – Composição corporal média no peso de corpo vazio de cordeiros Morada Nova alimentados com níveis crescentes de energia metabolizável.....	41
<b>Tabela 5</b> – Equações de regressão para estimativa do peso de corpo vazio (PCVZ) em função do peso corporal (PC), ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) em função do ganho de peso corporal (GPC) e logaritmo dos conteúdos corporais em função do PCVZ de cordeiros Morada Nova .....	41
<b>Tabela 6</b> – Estimativa das concentrações de proteína, de gordura e de energia, em função do peso de corpo vazio (PCVZ) .....	42
<b>Tabela 7</b> – Proteína, gordura e energia depositadas por kg de ganho de peso de corpo vazio (PCVZ) de cordeiros Morada Nova.....	42
<b>Tabela 8</b> – Estimativa das exigências líquidas de proteína (PLg) e de energia (ELg) para ganho de peso vivo de cordeiros Morada Nova.....	46

### Capítulo 3

<b>Tabela 1</b> – Composição químico-bromatológica dos ingredientes, feno de capim-Tifton 85 e dos concentrados utilizados nas dietas experimentais em g/kg.....	58
<b>Tabela 2</b> – Composição químico-bromatológica das rações experimentais em g/kg.....	59
<b>Tabela 3</b> – Nutrientes digestíveis totais (NDT), consumo de matéria seca para manutenção e ganho, concentrações de energia líquida de manutenção (ELm) e ganho (ELgd) da dieta, metabolizabilidade (qm) e eficiências de uso da energia metabolizável para manutenção (km) e ganho (kg).....	62
<b>Tabela 4</b> – Exigências nutricionais de energia para cordeiros Morada Nova, expressas em gramas .....	63
<b>Tabela 5</b> – Exigências nutricionais de proteína para cordeiros Morada Nova, expressas em grama .....	64
<b>Tabela 6</b> – Parâmetros da equação, erro padrão (EP), probabilidade ( $P \leq$ ) e intervalo de confiança (IC95%) dos parâmetros, coeficiente de determinação ajustado ( $R^2$ ajustada) e coeficiente de variação (CV) do modelo geral da equação múltipla do consumo de matéria seca (CMS) em função do ganho médio diário (GMD) e do peso corporal metabólico ( $PC^{0,75}$ ).....	65

### Capítulo 4

<b>Tabela 1</b> – Composição químico-bromatológica dos ingredientes, feno de capim-Tifton 85 e dos concentrados utilizados nas dietas experimentais em g/kg.....	80
<b>Tabela 2</b> – Composição químico-bromatológica das rações experimentais em g/kg.....	81
<b>Tabela 3</b> – Estimativas dos parâmetros, valores descritivos de probabilidade para as hipóteses de nulidade, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e coeficiente de correlação de Pearson (r) para os valores estimados e observados das percentagens de extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB) e cinzas.....	83
<b>Tabela 4</b> – Médias e amplitudes de variação para as percentagens de extrato etéreo, proteína bruta e cinzas na carcaça dos animais e na seção HH.....	84
<b>Tabela 5</b> – Relações entre os componentes químicos observados no corpo vazio e estimados por meio da seção HH em cordeiros Morada Nova .....	86
<b>Tabela 6</b> – Médias e amplitudes de variação para as percentagens de extrato etéreo, proteína bruta e cinzas no corpo vazio observado e estimado por meio da seção HH ...	86

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo 2

	Página
<b>Figura 1</b> - Logaritmo da produção de calor (kcal/kg <sup>0,75</sup> do PCVZ), em função da ingestão diária de energia metabolizável (EM) (kcal/kg <sup>0,75</sup> do PCVZ). .....	44
<b>Figura 2</b> – Nitrogênio retido no peso de corpo vazio (PCV) de cordeiros Morada Nova, em função do nitrogênio ingerido.....	45

### Capítulo 3

<b>Figura 1</b> –Relação exponencial entre produção de calor (PCI) e consumo de energia metabolizável (CEM).....	61
<b>Figura 2</b> – Relação entre os valores de consumo de matéria seca observados e preditos pelo modelo SRNS em cordeiros Morada Nova.....	66
<b>Figura 3</b> – Relação entre o ganho médio diário de valores observados e preditos pelo modelo SRNS em cordeiros Morada Nova .....	67

### Capítulo 4

<b>Figura 1</b> – Relação entre os teores de extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), cinzas e água observados na carcaça e na seção HH. ....	84
<b>Figura 2</b> – Relação entre os teores de extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), cinzas e água do corpo vazio observados e estimados por meio da seção HH. ....	87

## EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE CORDEIROS DESLANADOS E VALIDAÇÃO DO MODELO *SMALL RUMINANT NUTRITION SYSTEM* (SRNS)

**RESUMO GERAL** – Com este trabalho objetivou-se determinar as exigências nutricionais de energia e de proteína em cordeiros da raça Morada Nova. Inicialmente avaliou-se o efeito dos níveis de energia metabolizável (EM) da dieta sobre o consumo e a digestibilidade dos nutrientes e as características de carcaça em 40 cordeiros com peso corporal inicial de  $12,2 \pm 2,05$  kg. Para determinação das exigências de energia e de proteína foi realizado um abate comparativo com 48 cordeiros, não castrados, com peso corporal (PC) médio de  $12,05 \pm 1,81$  kg e 60 dias de idade, sendo que oito destes foram abatidos no início do experimento, como grupo referência, a fim de estimarem-se o peso de corpo vazio (PCVZ) e a composição corporal inicial dos animais remanescentes, que foram distribuídos em um delineamento em blocos casualizados com oito repetições e cinco dietas com níveis crescentes de energia metabolizável (EM) (0,96; 1,28; 1,72; 2,18 e 2,62 Mcal/kg MS). A composição química corporal foi determinada utilizando-se a composição da meia carcaça direita e uma amostra do corte entre as 9<sup>a</sup> e 11<sup>a</sup> costelas (seção HH) da meia carcaça esquerda, avaliando-se a acurácia deste método indireto para estimativa da composição corporal. Também foi estimada a eficiência da utilização da EM para manutenção (km) e ganho de peso (kg), exigências de EM, nutrientes digestíveis totais (NDT) e proteína metabolizável (PM) para manutenção e ganho em peso. Avaliou-se também o modelo Small Ruminant Nutrition System (SRNS) para prever o consumo de matéria seca (MS) e ganho de peso médio diário (GMD). O modelo SRNS foi avaliado por meio de ajuste do modelo de regressão linear simples entre os valores observados e preditos para consumo de MS e de GMD. Para determinação das exigências nutricionais, os animais foram abatidos quando a média do peso corporal (PC) do grupo atingiu 25 kg. Com relação ao consumo de nutrientes, observou-se efeito linear crescente dos níveis de EM sobre os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), carboidratos totais (CT), carboidrato não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT), expressos em g/dia. Para os consumos de fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos fibrosos (CF), observou-se efeito quadrático com pontos de máximos iguais a 1,56 e 1,44 Mcal/kg MS ( $p < 0,017$  e  $p < 0,003$ ), respectivamente. Com relação aos coeficientes de digestibilidade, notou-se efeito linear crescente para todos os nutrientes avaliados (MS, MO, EE, PB, FDN, CT, CF e CNF). O GMD aumentou linearmente ( $p < 0,0001$ ) com o incremento dos níveis de EM. O maior valor de GMD foi de 135,98 g/dia para o nível de 2,62 Mcal/kg MS. As características de carcaça observadas (peso da carcaça quente, peso da carcaça fria, perda por resfriamento e rendimento biológico) não diferiram significativamente em função dos níveis de EM ( $p > 0,05$ ), com valores médios de 11,52; 11,03; 0,48 kg e 57,25%, respectivamente. O teor de proteína corporal elevou-se de 161,67 para 175,28 g/kg PCVZ, em animais com PC de 15 a 30 kg. A deposição de proteína no GPCVZ aumentou de 177,84 para 192,93 g/kg GPCVZ com o aumento do PC de 15 para 30 kg. A exigência de energia líquida para manutenção obtida foi de  $52,36 \pm 1,34$  kcal/kgPCVZ<sup>0,75</sup>/dia. Os conteúdos de energia e de gordura aumentaram de 1,64 e 79,38

para 2,11 Mcal/kg e 123,73 g/kg de PCVZ, respectivamente, com o aumento do PC de 15 para 30 kg. A exigência líquida de energia para GPCVZ aumentou de 2,15 para 2,78 Mcal/kg GPCVZ em animais com PC de 15 a 30 kg. A excreção diária de N foi de  $293,17 \pm 0,07 \text{ mg/kg PC}^{0,75}/\text{dia}$  e a exigência líquida de proteína para manutenção foi de  $1,83 \text{ g/kg PC}^{0,75}/\text{dia}$ . A eficiência de utilização da EM para o nível de manutenção (0,96 Mcal/kg MS) foi de 0,24; para os demais tratamentos o valor de kg diminuiu com o aumento da energia da dieta. A exigência de EM de manutenção de um cordeiro com 20 kg de PC foi de 0,56 Mcal/kg PCVZ. A exigência de PM total e NDT para um animal de 20 kg de PC com um GMD de 200 g/dia foi de 74,86 g/dia e 0,32 kg/dia, respectivamente. O consumo de matéria seca e o GMD predito pelo modelo SRNS não diferiram ( $p>0,05$ ) dos valores observados. A determinação da composição química da carcaça por meio do corte entre as 9ª e 11ª costelas apresentou elevados valores dos coeficientes de correlação de Pearson ( $r$ ), quando para estimar o percentual de proteína ( $r = 0,89$ ), de gordura ( $r = 0,81$ ) e de cinzas ( $r = 0,83$ ). Com base nos valores observados e preditos por meio do corte das 9ª e 11ª costelas foram desenvolvidas equações para estimar a percentagem de proteína, de extrato etéreo e de cinzas da carcaça a partir desses componentes do corte: %EE na carcaça =  $-6,443 + 2,879 * \%EE$  ( $R^2=0,76$ ); %PB na carcaça =  $-21,05 + 3,052 * \%EE$  ( $R^2=0,83$ ); %Cinzas =  $4,52 - 0,362 * \%Cinzas$  ( $R^2=0,15$ ). O corte entre as 9ª e 11ª costelas estimou satisfatoriamente os conteúdos de proteína e de extrato etéreo do corpo vazio, com valores de  $r=0,84$  e  $0,78$  para proteína e extrato etéreo, respectivamente. O incremento do nível de energia na dieta em ovinos maximiza o consumo e a digestibilidade dos nutrientes, aumentando o ganho de peso médio diário sem comprometer as características da carcaça. As exigências líquidas de energia e de proteína para manutenção e ganho em peso para cordeiros Morada Nova estão abaixo das recomendadas pelos principais sistemas de avaliação de alimentos e exigências nutricionais para ovinos. O SRNS pode ser utilizado para estimar o CMS e o GMD desses cordeiros em confinamento. Os teores de proteína bruta e de extrato etéreo do CVZ podem ser estimados satisfatoriamente a partir da composição química do corte entre as 9ª e 11ª costelas.

**Palavras-chave:** abate comparativo, digestibilidade, energia digestível, metabolizabilidade, proteína metabolizável, requerimento nutricional

## EVALUATION OF REQUIREMENTS NUTRITION AN APPLICATIONS OF SMALL RUMINANT NUTRITION SYSTEM (SRNS) IN HAIR LAMBS

**ABSTRACT** - The objective of this study was to determine the nutritional requirements of energy and protein in Morada Nova lambs. Initially it was evaluated the effects of metabolizable energy (ME) levels were evaluated on intake, nutrient digestibility and carcass traits in 40 Morada Nova lambs with initial weight of  $12.2 \pm 2.05$  kg. To determine the energy requirements and protein was realized a comparative slaughter trial was conducted with 48 Morada Nova lambs, non-castrated and 2 months of age, with initial body weights averaging  $12.05 \pm 1.81$  kg (BW). Eight animals were slaughtered at the beginning of the trial as a reference group, in order to estimate initial empty body weight (EBW) and body composition. The remaining animals were assigned to a randomized block design with eight replications per block and five diets with increasing metabolizable energy contents (0.96, 1.28, 1.72, 2.18 and 2.62 Mcal/kg DM). The chemical composition was determined using the composition of the right half carcass as well as using a sample between the cutting of 9<sup>th</sup> and 11<sup>th</sup> ribs (section HH) of the half left carcass, where we sought to evaluate the accuracy of this indirect method for determination of body composition. Was estimate efficiencies of the utilization of metabolizable energy for maintenance (km) and weight gain (kg), the requirements of metabolizable energy (ME), total digestible nutrients (TDN) and metabolizable protein (MP) for maintenance and weight gain of Morada Nova lambs, as well as evaluate the Small Ruminant Nutrition System (SRNS) model for predict dry matter intake (DMI) and average daily gain (ADG). To determine the nutritional requirements the animals were slaughtered when the average body weight (BW) group reached 25 kg. It was detected crescent linear effect of levels of ME for intake of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), total carbohydrates (TC), non fibrous carbohydrates (NFC) and total digestible nutrients (TDN) in g/day. Quadratic effect was observed for neutral detergent fiber (NDF) intake and fibrous carbohydrates (FC) with the maximum point equal to 1.56 and 1.44 Mcal/kg DM ( $p < 0.017$ ) ( $p < 0.003$ ). Linear effect was observed for coefficient of digestibility of DM, OM, EE, CP, NDF, TC, FC and NFC. Daily weight gain (DWG) presented linear increase ( $p < 0.0001$ ) with the levels of ME. The greatest DWG observed was 135.98 g/day for the level of 2.62 Mcal/kg DM. Characteristics of evaluated carcass (hot carcass weight, cold carcass weight, loss by cooling in kilogram, and biological yield) did not vary in function of levels of ME ( $p > 0.05$ ) with average values of 11.52; 11.03; 0.48 kg and 57.25%, respectively. Protein content of the EBW of the animals increased from 161.67 to 175.28 g/kg of EBW when the BW of the animals increased from 15 to 30 kg. The net energy requirement for maintenance obtained was  $52.36 \pm 1.34$  kcal/kg  $EBW^{0.75}$ /day. The energy and fat contents of the EBW of the animals increased from 1.64 Mcal/kg and 79.38 g/kg, to 2.11 Mcal/kg and 123.73 g/kg of EBW, respectively, as the BW increased from 15 to 30 kg. The net energy requirements for EBWG increased from 2.15 to 2.78 Mcal/kg EBWG for body weights of 15 and 30 kg. Daily nitrogen excretion was  $293.17 \pm 0.07$  mg/kg  $BW^{0.75}$ /day and the net protein requirement for maintenance was 1.83 g/kg  $BW^{0.75}$ /day. The amount of protein deposited during the gain increased from 177.84 to 192.93 g/kg of EBWG with the increase in body weight of the animals from 15 to 30 kg. The efficiency of ME utilization for the maintenance level (0.96 Mcal/kg DM) was 0.24, and for the other treatments decreased with increased kg of feed energy (0.60 to 0.40). The ME requirement for maintenance of an Morada Nova lamb of 20 kg BW is 0.56 Mcal/empty body weight, while the total metabolizable protein and total digestible nutrient requirements of an animal of 20 kg BW and ADG of 200g/day is 74.86 g/day

and 0.32 kg/day, respectively. The DMI and ADG predicted by the model SRNS did not differ ( $p \leq 0.05$ ) from the observed values. The chemical composition of the housing through the use of cutting of 9<sup>th</sup> and 11<sup>th</sup> ribs showed high Pearson coefficients of correlation ( $r$ ), when to estimate the percentage of protein ( $r = 0.89$ ), fat ( $r = 0.81$ ) and minerals ( $r = 0.83$ ). Based on the observed and predicted values by cutting of 9-10-11<sup>th</sup> ribs equations were developed to estimate the percentage of protein, ether extract and ash of the carcass from these components in cutting of 9<sup>th</sup> and 11<sup>th</sup> ribs: % EE in carcass =  $-6.443 + 2.879 * \% EE$  ( $R^2 = 0.76$ ); % CP in carcass =  $-21.05 + 3.052 * \% EE$  ( $R^2 = 0.83$ ); % Ash in carcass =  $4.52 + 0.362 * \% Ash$  ( $R^2 = 0.15$ ). The cutting of 9-10-11<sup>th</sup> ribs satisfactorily estimated the contents of protein and ether extract of the empty body, with  $r = 0.84$  and  $0.78$  for protein and lipids, respectively. Increment of energy level in the diets maximized intake and nutrient digestibility. There was increase of daily weight gain of the animals but without changing carcass characteristics. The net energy and protein requirements for maintenance and gain in Morada Nova lambs is lower than values commonly recommended by the main evaluation systems for feed and nutritional requirements for lambs. The crude protein and ether extract of empty body can be satisfactorily estimated from the chemical composition of the cutting of 9<sup>th</sup> and 11<sup>th</sup> ribs.

**Key-works:** comparative slaughter, digestibility, digestible energy, metabolizability, nutritional requirement, metabolizable protein

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

No tocante ao rebanho ovino, este representa expressivo potencial econômico no semiárido nordestino, visto que 38% do efetivo nacional encontra-se na referida região. Neste contexto, o estado do Ceará ocupa lugar de destaque, detendo 19% do rebanho brasileiro. A grande maioria dos ovinos da região Nordeste pertence à categoria crioula ou sem raça definida, seguindo-se as raças Santa Inês, Morada Nova e Somalis Brasileira.

A raça Morada Nova apresenta elevado valor adaptativo para as condições de produção do semiárido nordestino, sendo capaz de apresentar altas taxas de fertilidade, mesmo sob condições pouco favoráveis. Somando-se o baixo tamanho adulto e a boa habilidade materna às características já citadas, pode-se dizer que a Morada Nova é uma raça materna por excelência, representando importante recurso genético para utilização em sistemas de produção de carne ovina em todo o Brasil.

No entanto, a despeito do crescimento que vem sendo observado no efetivo ovino brasileiro, os rebanhos da raça Morada Nova diminuem a cada ano, uma vez que muitos criadores têm optado pela criação de outras raças, em grande parte influenciados por modismos. Além disso, a exagerada ênfase dada ao desempenho individual, em termos de ganho em peso e peso corporal, em detrimento das características de eficiência produtiva e reprodutiva, leva à falsa percepção de que raças de maior porte são invariavelmente melhores. Tais fatos, somados ao cruzamento indiscriminado com animais de raças exóticas, têm colocado em risco a existência e a preservação deste importante germoplasma.

O sistema de produção mais utilizado pelos ovinocultores nesta região é o extensivo, muitas vezes ineficiente, em virtude da oscilação na oferta do produto, em consequência da baixa disponibilidade e qualidade de forragem na época seca do ano.

O sistema de confinamento proporciona melhora nos índices produtivos desta atividade, pois permite ao produtor aprimorar o desempenho do rebanho, reduzindo a idade ao abate e melhorando a qualidade da carne ovina que chega ao mercado consumidor.

Para atingir estes índices, algumas variáveis devem ser consideradas, como o consumo voluntário de matéria seca (CMS), através do qual se pode determinar a quantidade de nutrientes ingeridos.

A mensuração do CMS também é fundamental para estimativas das exigências nutricionais nas condições brasileiras, uma vez que este consiste em relevante diferencial entre os sistemas de alimentação. Esta variável é determinante para o balanceamento de rações e para o estabelecimento de estratégias de alimentação que permitam maior ganho de peso e promovam bons índices de produtividade.

Em relação às exigências nutricionais, atualmente, as rações são formuladas com base nas recomendações de tabelas internacionais como NRC, AFC, AFRC, INRA e CISIRO, ambas desenvolvidas em países de clima temperado que utilizaram informações de experimentos com animais de raças diferentes e rações com bases em espécies forrageiras temperadas. Estes sistemas de alimentação diferem nos valores preconizados para as exigências nutricionais, em função das diferenças nas metodologias, nos fatores de correção e nas eficiências de utilização.

Assim, o exato conhecimento das exigências nutricionais dos animais e da composição dos alimentos possibilita a formulação de rações balanceadas entre vários níveis de produção, de modo que proporcione maior aproveitamento dos nutrientes pelo animal. Como as tabelas de exigências nutricionais para ovinos, utilizadas pelos nutricionistas, são geradas a partir de dados provenientes de países de clima temperado, deve-se levar em consideração que as condições em que os experimentos que geraram equações, que deram origem às respectivas tabelas, são diferentes das condições predominantes em países de clima tropical, como o Brasil. Deste modo, a aplicação de tais dados em condições tropicais deve ser adotada com cautela.

Vários fatores podem influenciar as exigências nutricionais de ovinos, destacando-se as condições fisiológicas dos animais, sexo, raça, nível nutricional, idade, peso corporal, alimentos disponíveis e condições ambientais em que os animais são explorados.

O requerimento energético de manutenção é definido pela energia necessária para o animal manter os processos metabólicos essenciais do organismo, regulação da temperatura corporal e pelas atividades físicas, quando não há perda nem ganho de tecidos. Embora em diversas situações práticas a exigência de manutenção seja considerada uma condição teórica, faz-se necessário considerar a exigência de energia líquida para manutenção (ELm) separada das exigências líquidas para ganho em peso (ELg) (NRC, 1996). Segundo Ferrel e Jenkins (1998), cerca de 70 a 75% da energia metabolizável necessária para a produção de carne é utilizada para atender à exigência de manutenção. Os principais sistemas de requerimentos nutricionais de ovinos, AFRC

(1993), CSIRO (1990) e NRC (1985) estimam valores de exigência de manutenção de 51,9; 51,9 a 60,3 e 56 kcal/kg PCVZ<sup>0,75</sup>, respectivamente.

A ELM pode ser mensurada por meio do uso de bombas calorimétricas onde se mede direta ou indiretamente a produção de calor no jejum, assumindo-se esta produção de calor como a ELM, entretanto, em condições práticas torna-se impossível manter os animais em condições de consumo zero. Desta forma, Lofgreen e Garrett (1968) preconizaram que a ELM seja obtida através da equação de regressão entre o logaritmo da produção de calor diário (kcal/kg PCVZ<sup>0,75</sup>) e da ingestão de energia metabolizável (kcal/kg PCVZ<sup>0,75</sup>), sendo a ELM o antilogaritmo do intercepto do eixo Y. Este método leva vantagens sobre estudos calorimétricos, uma vez que é conduzido em situações mais similares aos do sistema de produção, alguns autores afirmam que o estudo do metabolismo no jejum pode subestimar a ELM, devido à diminuição do metabolismo basal do animal submetido a estas condições (NRC, 1996).

A ELg é definida como a energia retida no tecido depositado no ganho de peso, estando diretamente relacionada com a composição química do ganho depositado, assim, torna-se de extrema importância a determinação correta da composição corporal dos animais no início e no final do período experimental (NRC, 1996).

Com relação à proteína, este é um nutriente essencial para os seres vivos, estando envolvida em funções vitais do organismo, tais como: crescimento e reparo dos tecidos, catálise enzimática, transporte e armazenamento, movimento coordenado, sustentação mecânica, proteção imunitária, geração e proteção de impulsos nervosos, controle do metabolismo, do crescimento e da diferenciação celular (VALADARES FILHO et al., 2006). Trata-se também do nutriente mais oneroso em dietas para ruminantes e, em época seca, pode ser o mais limitante, devido à diminuição de sua disponibilidade e de seu teor em forragens tropicais que são da base da alimentação de ovinos criados no Nordeste brasileiro.

A exigência de proteína dos ruminantes, durante muito tempo, foi expressa em termos de proteína bruta (PB) e de proteína digestível (PD), a partir do ARC (1965), em face dos problemas relacionados a estes métodos, adotou-se o conceito de proteína disponível (SILVA SOBRINHO et al., 1996), o "Subcommittee on Nitrogen Usage in Ruminants" (1985) adotou o conceito de proteína absorvida, sendo os dois vocábulos sinônimos de proteína metabolizável, que é definida como a proteína verdadeiramente absorvida no intestino, derivada da proteína microbiana digestível, proteína não degradada no rúmen digestível e proteína endógena digestível, adotada atualmente pelos

principais sistemas de avaliação de alimentos para animais. Tais sistemas também utilizam o método fatorial para determinação dos requerimentos totais de proteína, ou seja, a exigência proteica de manutenção é calculada separadamente da exigência de ganho de peso e, então, somadas.

O requerimento de proteína líquida de manutenção (PLm) é igual às perdas metabólicas fecais, urinárias, por descamação, e retidas no pelo (NRC 2007), a quantificação dessas perdas é relativamente difícil, principalmente em relação às perdas metabólicas fecais, uma vez que é necessário separar as perdas microbianas nas fezes das verdadeiras perdas metabólicas fecais, o que exige procedimento mais trabalhoso (PAULINO et al., 2004). Atualmente, o que se tem realizado no Brasil para estimar as perdas endógenas é a montagem de equações de regressão de consumo de N ( $\text{g/PC}^{0,75}/\text{dia}$ ) em função da retenção de N ( $\text{g/PC}^{0,75}/\text{dia}$ ), quando extrapolamos o consumo para zero, o intercepto negativo do eixo Y é considerado como as perdas endógenas. Animais jovens, normalmente, apresentam maior exigência líquida de proteína para manutenção ( $\text{g/kg}^{0,75}/\text{dia}$ ), devido à elevada taxa de reposição de tecidos corpóreos.

A exigência de proteína líquida para ganho de peso (PLg) é dependente do conteúdo de matéria seca livre de gordura no ganho. Conforme Lana (1991), o requerimento de proteína líquida difere também em função do sexo para animais de mesma idade e de mesma raça. Machos inteiros apresentam maiores exigências em relação aos castrados e estes em relação às fêmeas, esta maior exigência líquida é causada pelo fato de estes depositarem mais tecido magro no ganho de peso. Segundo Silva et al. (2007), outro fator que pode ocasionar diferença na exigência proteica líquida é a quantidade de proteína retida na lã de ovinos lanados que é determinada separadamente e somada ao requerimento para ganho de peso, uma vez que o crescimento da lã é proporcional ao ganho de peso vivo.

Para determinação de exigências líquida de proteína para ganho, utiliza-se a técnica do abate comparativo (LOFGREEN e GARRETT, 1968), sendo necessária, portanto, a determinação da composição corporal no início e final do período experimental.

A eficiência de utilização da energia metabolizável da dieta não está muito bem estabelecida para ruminantes (SILVA et al., 2002) e isto é claramente observado quando se comparam as metodologias de estimativas de eficiências de utilização de EM entre os principais sistemas utilizados no mundo atual. AFRC e INRA estimam a eficiência a

partir de equações que fazem uso da metabolizabilidade (qm) das dietas como variável independente, esta qm é a relação entre a energia metabolizável e a energia bruta das dietas. O NRC e o CNCPS, porém, têm utilizado as equações cúbicas preconizadas por Garrett (1980). No Brasil, para estimar as EUEM em trabalhos com ovinos utilizam-se as equações do AFRC (1993), alguns autores, entretanto, já têm estimado as eficiências a partir dos dados do próprio experimento, utilizando para isso o processo iterativo para estimar a km ou o coeficiente de inclinação da reta entre o consumo de energia metabolizável e a energia retida para kg.

Normalmente, há aumento na eficiência de utilização de energia quando do aumento da concentração de EM na dieta, sendo este diretamente relacionado à quantidade de concentrado fornecido, isto se deve principalmente à redução na produção de metano, diminuição de ruminação e incremento calórico (VAN SOEST, 1994).

A eficiência de uso da proteína metabolizável para manutenção (kpm) difere bastante entre os sistemas. AFRC (1993) assume esta eficiência como sendo de 100%, enquanto NRC (2007), baseado em trabalho de Cannas et al. (2004), assume eficiências de 0,67 para perdas urinárias e fecais e, 0,60, para perdas por descamação e pelo, já ARC (1980) e CSIRO (2007) assumem valores de 0,75 e 0,70, respectivamente. Esta eficiência também pode variar dependendo do perfil de aminoácidos absorvidos, condição fisiológica e estado nutricional do animal (OLDHAM, 1987), além de poderem diferir com a raça (LUO et al., 2004).

Já a eficiência de uso da proteína metabolizável para ganho de peso (Kpg) é, normalmente, obtida como sendo o coeficiente de inclinação da reta entre o consumo de proteína metabolizável ( $g/PC^{0,75}/dia$ ) e a retenção de proteína ( $g/PC^{0,75}/dia$ ). Dentre os sistemas, apenas AFRC (1993) difere consideravelmente, estimando o valor de 0,59 para kpg; já CSIRO (2007) e NRC (2007) utilizam o valor de 0,70.

Deste modo, o conhecimento da eficiência de utilização da energia metabolizável (k) da dieta é necessário para a determinação das exigências de EM e de nutrientes digestíveis totais (VELOSO et al., 2002), da mesma forma, a partir das eficiências de uso da proteína metabolizável para as diferentes funções obtém-se exigência de proteína metabolizável dietética. O conhecimento da forma como o animal utiliza a energia metabolizável (EM) para suas diferentes funções metabólicas é de extrema importância, pois esta eficiência varia de acordo com o tipo de exigência (manutenção, ganho, gestação, etc.) e com a concentração de EM na dieta, também varia

com relação à metodologia de determinação desta eficiência entre os sistemas de requerimentos nutricionais. A partir do conhecimento das exigências líquidas, levando-se em consideração os fatores de eficiência de utilização da energia metabolizável (EUEM) do alimento para manutenção (km) e ganho (kg), são obtidas as exigências dietéticas.

Os métodos utilizados para predição da composição corporal e/ou da carcaça são classificados como diretos ou indiretos. Os métodos indiretos envolvem a predição da composição, tanto do corpo quanto da carcaça dos animais, a partir de parâmetros mais facilmente obtidos. Já os métodos diretos consistem na separação e dissecação de todas as partes do corpo dos animais, e subsequente determinação dos constituintes físicos e químicos, sendo, portanto, mais acurados (VÉRAS et al., 2001). Vale ressaltar que as metodologias mais modernas para estimativa dos componentes da carcaça e do corpo dos animais têm utilização limitada, devido ao elevado custo de equipamentos, não sendo possível realizá-los rotineiramente, além da dependência do operador e, no caso de animais vivos, estes têm de estarem relaxados, ou seja, em posição na qual os músculos permaneçam relaxados. Assim, os métodos mais usados são a gravidade específica e a seção entre as 9ª e 11ª costelas (seção HH) da carcaça.

Face às várias limitações, tanto operacionais, quanto de custos, da utilização de tecnologias mais modernas para estimativa da composição da carcaça e do corpo dos animais, os métodos mais utilizados são a gravidade específica e a seção entre as 9ª e 11ª costelas (seção HH) da carcaça (VÉRAS et al., 2001). Este método foi desenvolvido por Hankins e Howe (1946), que conduziram experimento sobre a utilização de cortes da carcaça para predição, tanto da composição física, quanto da composição química da carcaça de bovinos.

No âmbito do cenário científico nacional, são poucas as pesquisas destinadas a buscar o conhecimento dos níveis ideais dos nutrientes exigidos pelas espécies ovinas de raças nativas e seus possíveis efeitos sobre as características de carcaça (ALVES et al., 2003).

A literatura mundial sobre exigências de ovinos deslanados é muito escassa, e no Brasil, atualmente, há poucos trabalhos de investigação sobre este tema em andamento. Por este motivo, dietas de ovinos são frequentemente baseadas em dados disponíveis para caprinos e até para bovinos, embora existam relevantes diferenças entre essas espécies. Diante disso, torna-se imprescindível a mensuração e o conhecimento do valor nutricional de alimentos para o balanceamento de rações e suplementos, bem como a

determinação das exigências nutricionais dos ovinos, pois representará uma alternativa mais eficaz no aumento da produtividade e economicidade dietética dos animais no Nordeste brasileiro e em outras regiões do país. Além disso, modelos mecanicistas para a avaliação de alimentos e exigências nutricionais de ruminantes (CANNAS et al., 2004; CANNAS et al., 2007) têm sido desenvolvidos para melhor avaliar as dietas completas, minimizar as perdas de nutrientes e o impacto ambiental e maximizar a eficiência de utilização dos alimentos pelos animais. Desta forma, torna-se importante a avaliação da precisão destas estimativas para grupos genéticos criados em regiões semiáridas. A melhor maneira de verificar a aplicabilidade destes sistemas é comparando as predições com os resultados diretamente observados em ensaios com os animais (REGADAS FILHO et al., 2011).

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: CAB International, 1993. 159p.

ALVES, K. S.; CARVALHO, F. F. R.; VÉRAS, A. S. C.; ANDRADE, M. F.; COSTA, R. G.; BATISTA, A. M. V.; MEDEIROS, A. N.; MAIOR JUNIOR, R. J. S.; ANDRADE, D. K. B. Níveis de energia em dietas para ovinos Santa Inês: desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1937-1944, 2003. (supl.2).

CANNAS, A.; ATZORI, A. S.; BOE, F. ; TEIXEIRA, I.A.M.A. Energy and protein requirements of goats. In: CANNAS, A.; PULINA, G. (Org.). **Dairy goat, feeding and nutrition**. 1 ed. Wallingford: CAB international, v. 1, p. 118-146, 2007.

CANNAS, A.; TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; PELL, A.N.; VAN SOEST, P.J.A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. **Journal of Animal Science**, v.82, n.1, p.149-169, 2004.

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION – CSIRO. **Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants**. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia, 296 pp. 2007.

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION - CSIRO. **Feeding standards for Australian livestock - ruminants**. Victoria: Australia Agricultural Council, 1990. 266p.

GARRETT, W.N. Factors influencing energetic efficiency of beef production. **Journal of Animal Science**, v.51, n.6, p.1434-1440, 1980.

LANA, R.P. Composição corporal e exigências de energia, proteína e macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) de novilhos de 5 grupos raciais, em confinamento. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1991. 134p. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.

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

LUO, J.; GOETSCH, A.L.; NS AHLAI, I.V.; SAHLU, T.; FERREL, C.L.; OWENS, F.N.; GALYEAN, M.L.; MOORE, J.E.; JOHNSON, Z.B. Metabolizable protein requirements for maintenance and gain of growing goats. **Small Ruminant Research** , v 53, n.3, p 309–326, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of sheep**. Washington, D. C.: National Academy Press. 100 p. 1985.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requeriments of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 1996. 244p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and NewWorld Camelids**. National Academy Press, Washington, DC, USA, 2007.

OLDHAM, J.D. Efficiencies of amino acid utilization. In: JARRIGE, R.; ALDERMAN, G. (eds.). **Feed evaluation and protein requirement systems for ruminants**. Luxembourg: CEC, 1987. p.171-186.

PAULINO, P.V.R.; COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F.; VALADARES, R.F.D.; MAGALHÃES, K.A.; PORTO, M.O. ANDREATTA, K. Exigências nutricionais de zebuínos: Proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.759-769, 2004.

REGADAS FILHO, J.G.L.; PEREIRA, E.S., VILLARROEL, A.B.S.; PIMENTEL, P.G.; MEDEIROS, A.N.; FONTENELE, R.M.; MAIA, I.S.G. Composição corporal e exigências líquidas proteicas de ovinos Santa Inês em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, p.1339-1346, 2011.

SILVA SOBRINHO, A.G.; BATISTA, A.M.; SIQUEIRA, ER. et al. **Nutrição de ovinos**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 258p.

SILVA, F.F; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V.; VELOSO, C.M.; CECON, P.R.; MORAES, E.H.B.K.; PAULINO, P.V.R. Eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso e exigências de energia metabolizável e de nutrientes digestíveis totais de bovinos Nelore não-castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.514-521, 2002. (supl.)

VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 1.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, 2006. 141p.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VELOSO, C.M.; VALADARES FILHO, S.C.; GESUALDI JR., A.; SILVA, F.F. PAULINO, M.F.; VALADARES, R.F.D.; CECON, P.R.; DEUS, J. PIRES, A.J.V. Composição corporal e exigências energéticas e protéicas de bovinos F1 Limousin x Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1273-1285, 2002.

VÉRAS, A.S.C; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; PAULINO, M.F.; CECON, P.R.; VALADARES, R.F.D.; FERREIRA, M.A. Efeito do nível de concentrado sobre o peso dos órgãos internos e do conteúdo gastrintestinal de bovinos nelore não-castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1120-1126, 2001. (supl 3)

## **CAPÍTULO 1**

---

**Efeito da densidade energética da dieta sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, desempenho e características de carcaça de cordeiros Morada Nova**

## **Efeito da densidade energética da dieta sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, desempenho e características de carcaça de cordeiros Morada Nova**

### **RESUMO**

Foi avaliado o efeito dos níveis de energia metabolizável sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes e as características de carcaça de cordeiros Morada Nova. Foram utilizados 40 cordeiros com peso inicial de  $12,20 \pm 2,05$  kg, não castrados, com idade média de 60 dias. Definiram-se cinco tratamentos de acordo com os níveis de energia metabolizável (0,96; 1,28; 1,72; 2,18 e 2,62 Mcal/kg MS) distribuídos em delineamento em blocos casualizados. Os animais foram abatidos quando a média de peso corporal (PC) do grupo atingiu 25 kg. Observou-se efeito linear crescente dos níveis de EM sobre o consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT), expressos em g/dia. Efeito quadrático foi observado para o consumo de fibra em detergente neutro (FDN) ( $p < 0,017$ ) e carboidratos fibrosos (CF) ( $p < 0,003$ ). Efeito linear foi observado para o coeficiente de digestibilidade da MS, MO, EE, PB, FDN, CT, CF e CNF. O ganho de peso médio diário (GMD) apresentou efeito linear ( $p < 0,0001$ ) com os níveis de EM. O maior GMD observado foi de 135,98 g/dia para o nível 2,62 (Mcal/kg MS). As características peso de carcaça quente, peso da carcaça fria, perda por resfriamento, em kg, e o rendimento biológico não variaram em função dos níveis de EM ( $p > 0,05$ ). O incremento nos níveis de energia das dietas maximiza o consumo e a digestibilidade dos nutrientes. O aumento no ganho médio não altera as características de carcaça dos animais avaliados.

**Palavras-chave:** nutrição animal, raças nativas, relação volumoso:concentrado

## **Effect of dietary energy density on intake and nutrient digestibility, performance and carcass traits in Morada Nova lambs**

### **ABSTRACT**

Effects of metabolizable energy (ME) levels were evaluated on intake, nutrient digestibility and carcass traits in Morada Nova lambs. It was used 40 Morada Nova lambs with initial weight of  $12.2 \pm 2.05$  kg, non-castrated an average 60 days old. Five treatments were defined according to levels of metabolizable energy (4.02; 5.35; 7.20; 9.12 and 10.96 MJ/kg dry matter). It was used a random block design. Animals were slaughtered when mean of body weight (BW) of the group reached 25 kg. It was detected crescent linear effect of levels of ME for intake of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), total carbohydrates (TC), non-fibrous carbohydrates (NFC) and total digestible nutrients (TDN) in g/day. Quadratic effect was observed for neutral detergent fiber (NDF) intake ( $p < 0.017$ ) and fibrous carbohydrates (FC) ( $p < 0.003$ ). Linear effect was observed for coefficient of digestibility of DM, OM, EE, CP, NDF, TC, FC and NFC. Daily weight gain (DWG) presented linear increase ( $p < 0.0001$ ) with the levels of ME. The greatest DWG observed was 135.98 g/day for the level of 10.96 MJ/kg DM. Characteristics of hot carcass weight, cold carcass weight, loss by cooling in kilogram, and biological yield did not vary in function of levels of ME ( $p > 0.05$ ) with average values of 11.52; 11.03; 0.48 and 57.25, respectively. Increment of energy level in the diets maximized intake and nutrient digestibility. The increase in weight gain did not changed carcass characteristics of animals evaluated.

**Key-words:** animal nutrition, native race, roughage:concentrate ratio

## INTRODUÇÃO

As informações sobre ovinos Morada Nova são escassas, e a maioria dos estudos com essa raça é baseada em cruzamentos com raças exóticas, visando à produção de animais com pesos mais elevados para a produção de carne (McMANUS et al., 2010). Isto porque os animais puros apresentam porte pequeno e baixo desempenho, comparados aos das demais raças ovinas.

Uma alternativa para melhorar o desempenho destes animais e produzir carcaças de animais jovens pesadas e com bom acabamento é aumentar o teor de energia das rações na fase de terminação. Considerando-se que a energia é um dos constituintes do alimento limitante ao crescimento animal, seu fornecimento adequado pode contribuir para um eficiente desempenho (MAHGOUB et al., 2000).

Faz-se necessário, entretanto, estabelecerem-se níveis adequados de energia dietética suficiente para atender aos requerimentos nutricionais, pois, quando fornecida em excesso, pode elevar os custos de produção, bem como o impacto ambiental devido ao desperdício de matéria prima que compõe as rações concentradas e também pode acarretar maior deposição de gordura na carcaça, o que é indesejável pelo consumidor.

O estudo dos níveis de energia em rações de ovinos sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, bem como, sobre as características da carcaça é relevante para o produtor, principalmente em sistemas de confinamento, pois estas variáveis interagem entre si e são essenciais e determinantes para o desempenho.

O consumo voluntário pode ser definido como sendo a quantidade de alimento ingerido espontaneamente por um animal ou grupo de animais em determinado período, com livre acesso ao alimento, um dos principais fatores limitantes da produção de ruminantes (VAN SOEST, 1994), uma vez que os animais necessitam consumir alimentos para manterem a ingestão de nutrientes (VAN SOEST, 1965).

Para compreender o consumo diário de alimento, é necessário estudar seus componentes. Existem vários fatores envolvidos no controle da ingestão de alimentos, e podem ser divididos em três mecanismos: fisiológico, onde o controle é feito pelo balanço nutricional relacionado à manutenção do equilíbrio energético; o físico, associado à capacidade de distensão do rúmen e do teor de fibra da ração; e o psicogênico, que envolve a resposta do animal a fatores inibidores ou estimuladores, relacionados ao alimento e ao ambiente (MERTENS, 1994).

Além do consumo voluntário outro fator importante para avaliar dietas para ruminantes é a digestibilidade dos nutrientes, o qual qualifica os alimentos quanto ao seu valor nutritivo. São expressas pelo coeficiente de digestibilidade, indicando a quantidade percentual de cada nutriente do alimento que o animal potencialmente pode aproveitar (VAN SOEST, 1994). De acordo com Cardoso et al. (2000), o principal objetivo em determinar o valor nutricional dos alimentos é, ajustar a quantidade e qualidade da dieta, baseando-se nas exigências dos animais.

Com este trabalho objetivou-se avaliar o consumo e a digestibilidade dos nutrientes, o desempenho e as características da carcaça de cordeiros Morada Nova em confinamento, alimentados com dietas com níveis crescentes de energia metabolizável.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi desenvolvido no setor de digestibilidade do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza – CE, no período de fevereiro a junho de 2010.

Foram utilizados 40 cordeiros Morada Nova, não castrados, com peso corporal (PC) médio de  $12,20 \pm 2,05$  kg e 60 dias de idade. Inicialmente, os cordeiros foram identificados, vermifugados e alocados em baias individuais providas de comedouro e bebedouro. Os animais foram distribuídos aleatoriamente em cinco tratamentos que consistiram em cinco níveis de energia metabolizável (EM) (0,96; 1,28; 1,72; 2,18 e 2,62 Mcal/kg MS) obtidos por meio de diferentes relações volumoso:concentrado (95:5, 80:20, 60:40, 40:60 e 20:80, respectivamente).

Os animais foram alimentados individualmente *ad libitum* duas vezes ao dia (às 8h e às 16h), permitindo 10% de sobras. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com oito repetições. Foram utilizadas as recomendações do NRC (2007) para formulação das rações, com 16% de proteína bruta, para promover ganho de 200 g/dia, exceto para a relação 95:5, formulada para atender à exigência de manutenção com 9% de proteína bruta. Os concentrados foram à base de milho em grão moído, farelo de soja, ureia, cloreto de sódio, calcário calcítico, fosfato bicálcico e premix mineral.

**Tabela 1** – Composição químico-bromatológica dos ingredientes, feno de capim-Tifton 85 e dos concentrados utilizados nas dietas experimentais em g/kg

Componentes	Milho moído	Farelo soja	Feno Tifton	Conc. 1	Conc.2	Conc.3	Conc.4	Conc.5
MS	891,0	951,8	953,6	967,0	962,4	954,3	958,3	947,3
MO	879,3	885,7	873,8	930,4	889,2	911,9	919,5	903,2
PB	91,4	546,3	78,9	298,6	525,5	279,3	221,3	188,9
EE	53,9	29,1	14,6	25,4	29,7	36,7	34,2	30,8
MM	11,7	66,1	79,8	36,6	73,2	42,4	38,8	44,1
FDN	176,6	154,3	754,0	128,7	132,0	142,9	140,6	145,8
FDA	82,8	145,4	447,2	96,7	75,2	44,0	48,6	47,2
LIG	8,1	37,3	51,2	9,5	13,8	16,4	18,9	19,4
CEL	24,1	55,3	304,4	35,7	72,0	33,7	33,5	35,3
HEM	93,8	8,9	306,8	32,0	56,8	98,9	92,0	98,6
CT	842,9	358,4	826,7	675,1	393,6	662,0	680,6	693,7
CF	138,8	104,2	701,3	96,0	99,5	110,7	95,3	104,0
CNF	704,1	254,2	125,3	579,1	294,1	551,3	585,3	589,7

MS = Matéria Seca, MO = Matéria Orgânica, PB = Proteína Bruta, EE = Extrato Etéreo, MM = Matéria Mineral, FDN = Fibra em Detergente Neutro, FDA = Fibra em Detergente Ácido, LIG = Lignina, CEL = Celulose, HEM = Hemicelulose, CT = Carboidratos Totais, CF = Carboidratos Fibrosos, CNF = Carboidratos Não Fibrosos.

**Tabela 2** – Composição químico-bromatológica das rações experimentais em g/kg

Composição percentual	Níveis de EM (Mcal/kgMS)				
	0,96	1,28	1,72	2,18	2,62
Feno de Tifton 85	95	80	60	40	20
Concentrado	5	20	40	60	80
Milho moído	626,3	158,7	694,5	724,6	756,1
Farelo de soja	326,2	806,5	285,3	248,8	225,9
Ureia <sup>1</sup>	37,7	30,0	12,5	11,2	5,1
Calcário	-	-	-	5,4	6,6
Fosfato bicálcico	-	-	-	-	0,7
Cloreto de sódio	8,6	4,0	7,0	9,3	5,0
Premix mineral <sup>2</sup>	1,2	0,8	0,7	0,7	0,6

Componentes	Componentes químico bromatológicos				
	g/kgMS				
MS	954,3	955,4	953,9	956,4	951,2
MO	916,3	876,9	889,1	901,2	900,0
MM	38,0	78,5	64,8	55,2	51,2
PB	89,9	168,2	159,1	164,4	166,9
EE	24,9	26,7	27,9	22,4	27,6
FDN	722,5	629,6	509,6	386,0	267,4
FDA	429,6	372,8	285,9	208,0	127,2
Lignina	49,1	43,7	37,3	31,8	25,8
Celulose	293,2	259,8	197,6	142,8	89,6
Hemicelulose	293,0	256,8	223,7	178,0	140,2
CF	671,1	581,0	465,1	337,7	223,5
CT	817,3	735,7	764,6	754,0	746,3
CNF	146,2	154,7	299,5	416,3	522,8
NDT	280,1	344,6	453,9	593,9	723,6
NDT:PB	3,12	2,04	2,85	3,61	4,33

MS = Matéria Seca, MO = Matéria Orgânica, MM = Matéria Mineral, PB = Proteína Bruta, EE = Extrato Etéreo, FDN = Fibra em Detergente Neutro, FDA = Fibra em Detergente Ácido, CT = Carboidratos Totais, CF = Carboidratos Fibrosos, CNF = Carboidratos Não Fibrosos, NDT = Nutrientes Digestíveis Totais.

<sup>1</sup>Composição centesimal em relação a porção do concentrado das dietas.

<sup>2</sup>Composição: Ca - 7.5%; P - 3%; Fe - 16.500 ppm; Mn - 9.750 ppm; Zn - 35.000 ppm, I - 1.000 ppm; Se - 225 ppm; Co - 1.000 ppm.

As amostras do volumoso das rações concentradas e as amostras compostas das sobras foram pré-secas a  $55 \pm 5^\circ\text{C}$ , durante 72 horas, em estufa de ventilação forçada, em seguida, moídas em moinho de facas com peneira de 1 mm ( Moinho tipo Wiley moinho, Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA, EUA). Todas as amostras foram analisadas para os teores de matéria seca (MS; AOAC, 1990; método número 930,15), cinzas (AOAC, 1990; método número 924,05), proteína bruta (PB; AOAC, 1990; método número 984,13), extrato etéreo (EE; AOAC, 1990; método número 920,39) e fibra em detergente ácido (FDA; VAN SOEST et al., 1991). Para análise da fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram tratadas com alfa amilase termoestável sem o uso de sulfito de sódio, corrigida para a cinza residual (MERTENS, 2002) e para nitrogênio (LICITRA et al., 1996).

O teor de carboidratos totais (CT) foi calculado de acordo com Sniffen et al. (1992) (equação 1):

$$\text{CT (\%)} = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas) \quad (1)$$

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados a partir da equação adaptada de Weiss (1999) (equação2):

$$\text{CNF (\%)} = 100 - (\%FDN_{cp} + \%PB + \%EE + \%cinzas) \quad (2)$$

Para os concentrados, em virtude da presença de ureia em sua composição, o teor de CNF foi calculado de acordo com a equação descrita por Hall (2000) (equação 3):

$$\text{CNF} = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivada da ureia} + \% \text{ de ureia}) + \%FDN_{cp} + \%EE + \%cinzas] \quad (3)$$

A composição química dos ingredientes está apresentada na Tabela 1 e, as composições das rações experimentais, na Tabela 2. Os animais foram submetidos a um período de adaptação de 20 dias, sendo o período experimental de 120 dias.

O alimento fornecido e as sobras de cada animal foram pesados e amostrados diariamente, em seguida, congelados para posteriores análises químicas. Ao final de cada semana, as amostras foram misturadas, resultando uma amostra composta por animal/tratamento.

Para determinar os níveis de energia metabolizável (EM) das dietas foi realizado um ensaio de digestibilidade. Como indicador interno utilizou-se a fibra em detergente neutro indigestível para estimar a excreção diária de matéria seca fecal, conforme descrito por Casali et al. (2008). As amostras de fezes foram coletadas diretamente da

ampola retal a cada 15 dias, por três dias consecutivos: às 8 horas no primeiro dia, às 12 horas no segundo dia e às 16 horas no terceiro dia. As amostras de fezes, alimentos (feno de capim-Tifton 85 e concentrados) e sobras foram pré-secadas a 55-60°C e, em seguida, moídas em moinho com peneira de 1mm.

Os teores de FDNi das amostras moídas de fezes, sobras, volumoso e concentrados foram obtidos por meio dos resíduos da incubação in situ durante um período de 240 horas no rúmen de um bovino adulto. Quando retirados do rúmen, os sacos de náilon foram lavados em água corrente até total clareamento da água. Posteriormente, foram submersas em solução de detergente neutro (VAN SOEST e ROBERTSON, 1985) a 100°C durante uma hora. Em seguida foram lavadas com água fervente e depois com acetona. Para completa secagem, os sacos foram colocados em estufa de ventilação forçada a 55°C, durante 24 horas, depois foram pesados e o resíduo foi considerado como sendo a fração de FDNi (CASALI et al., 2008).

A energia digestível (ED) foi determinada considerando-se 4,409 Mcal/kg de NDT. A ED foi convertida em EM utilizando-se uma eficiência de 82% (NRC, 2000).

O ganho de peso médio diário foi obtido por meio das pesagens dos animais a cada 15 dias. Como a energia da ração dos animais do tratamento com 0,96 Mcal/kg MS ficou próxima às exigências de manutenção, os dados de desempenho destes grupos não foram considerados para a análise estatística das variáveis GMD e características de carcaça.

Os abates ocorreram quando o PC médio do tratamento atingiu 25 kg. Nesta ocasião, também foram abatidos dois animais do tratamento com menor nível de EM (0,96 Mcal/kg MS). Este procedimento foi realizado para todos os grupos (tratamentos). Antes do abate, mensurou-se o peso corporal ao jejum (PCj) como sendo o PC após um jejum de sólidos e de líquidos de 18 horas. O abate ocorreu por meio de concussão cerebral, seguida por secção da veia jugular.

Todo o sangue foi coletado, pesado, amostrado e congelado. O trato gastrointestinal foi pesado cheio, em seguida, esvaziado, lavado e posto para secar à sombra. Após a secagem, todo o trato gastrointestinal foi novamente pesado, juntamente com os demais componentes do corpo (carcaça quente, cabeça, pele, patas e cauda). Os órgãos internos (fígado, coração, pulmões + traqueia + língua + esôfago, bexiga, rins, trato reprodutivo e baço), o trato gastrointestinal cheio e vazio, e gorduras (omental, mesentérica, perirenal e gordura do coração) foram pesados separadamente. O peso de corpo vazio (PCVZ) foi calculado como sendo PCj, subtraído o peso do conteúdo do

trato gastrointestinal.

Todas as carcaças foram pesadas quentes, após lavagem, e, em seguida, resfriadas (-4°C) durante, aproximadamente, 24 horas. Após o resfriamento, as carcaças foram novamente pesadas e divididas longitudinalmente em duas meias carcaças.

O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com cinco tratamentos e oito repetições, conforme o modelo matemático:  $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + e_{ij}$ , onde  $Y_{ij}$  = valor observado na parcela que recebeu o tratamento  $i$  no bloco  $j$ ;  $\mu$  = média geral da população;  $\alpha_i$  = efeito do tratamento  $i$ ;  $\beta_j$  = efeito do bloco;  $e_{ij}$  = erro aleatório.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando GLM PROC da versão SAS 9.0 (SAS, 2003). Os efeitos de graus linear e quadrático foram obtidos após a análise de variância ao nível de significância de 5%, observada nos ajustes das equações de regressão pelo PROC REG SAS (9,0).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando expresso em g/dia, observou-se um efeito linear dos níveis de EM da dieta sobre os consumos de MS, MO, PB, CT, CNF e NDT. Para o consumo de FDN e CF, verificou-se efeito quadrático dos níveis dietéticos de EM, ( $p < 0,0017$ ) e ( $p < 0,003$ ), respectivamente, com pontos de inflexão da reta (nível máximo) de 1,56 e 1,44 Mcal/kg MS, respectivamente. O consumo de CF ( $p < 0,0001$ ) apresentou efeito quadrático quando expresso em  $\text{g/kgPC}^{0,75}$ , com ponto de máximo igual a 1,79 Mcal/kg MS (Tabela 3). Quando expresso em  $\text{g/kg PC}^{0,75}$ , também observou-se efeito linear para os consumos de MS, MO, FDN e CNF.

O maior consumo de MS (687,75 g/dia) foi observado em animais alimentados com 2,18 Mcal/kg de MS, correspondente à relação volumoso:concentrado de 40:60 e um consumo de FDN igual a 386 g/kg MS. Portanto, dietas com teor de FDN elevado (722,5 g/kg MS) pode ter favorecido baixo consumo de MS devido à limitação causada pelo enchimento do retículo-rúmen. No entanto, as dietas com elevado nível de energia (2,62 Mcal/kg MS) e baixo nível de FDN (187,99 g/kg MS) também resultaram em menor consumo de matéria seca total, indicando que os requisitos de energia dos animais foram alcançados, mesmo com baixa ingestão de MS.

Medeiros et al. (2007), avaliando o efeito de níveis de energia metabolizável (2,10; 2,34; 2,55 e 2,82 Mcal/kg MS) na dieta de cordeiros Morada Nova, observaram

aumento linear no consumo de matéria seca, com valores de 925; 964; 1,003 e 1,124 g / dia, respectivamente. O aumento da ingestão voluntária de nutrientes pode ser resposta ao aumento na digestibilidade (Tabela 4) dos compostos fibrosos, que exerce efeito no rúmen, promovendo o enchimento deste compartimento (LAZZARINI et al., 2009).

**Tabela 3** – Consumo de nutrientes por cordeiros Morada Nova alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável

Variáveis	Nível de EM (Mcal/kgMS)					EPM	Efeito	
	0,96	1,28	1,72	2,18	2,62		L	Q
	g/dia							
MS <sup>a</sup>	370,38	467,99	527,05	687,75	628,86	26,45	<0,0001	0,0861
MO <sup>b</sup>	310,84	410,05	487,86	646,20	583,85	26,18	<0,0001	0,0361
PB <sup>c</sup>	32,05	80,81	89,79	115,48	119,01	6,50	<0,0001	0,0191
FDN <sup>d</sup>	237,03	278,87	265,89	238,72	187,99	10,69	0,0166	0,0170
CT <sup>e</sup>	281,23	330,32	400,75	510,82	455,79	18,98	<0,0001	0,0564
CF <sup>f</sup>	225,88	256,35	238,42	202,44	134,03	10,33	0,003	0,0030
CNF <sup>g</sup>	21,71	51,36	133,10	258,90	303,72	19,36	<0,0001	0,8289
NDT <sup>h</sup>	96,71	158,23	244,86	412,88	449,51	24,83	<0,0001	0,6300
	PC <sup>0,75</sup>							
MS <sup>i</sup>	50,12	51,64	59,01	75,91	68,91	2,53	<0,0001	0,3510
MO <sup>j</sup>	45,43	46,90	54,63	71,33	65,09	2,45	<0,0001	0,3495
FDN <sup>k</sup>	36,09	31,90	28,91	26,03	17,71	1,35	<0,0001	0,3803
CT <sup>l</sup>	40,94	37,78	44,79	55,24	49,51	1,68	0,0003	0,4740
CF <sup>m</sup>	32,77	29,33	26,67	22,29	14,63	11,68	<0,0001	<0,0001
CNF <sup>n</sup>	3,17	5,89	14,89	28,30	32,99	2,03	<0,0001	0,7581

\*MS = Matéria seca; MO = Matéria orgânica; PB = Proteína bruta; FDN = Fibra em detergente neutro; CT = Carboidratos totais; CF = Carboidratos fibrosos; CNF = Carboidratos não fibrosos; NDT = Nutrientes digestíveis totais. EPM – erro padrão da média, L = contraste linear, Q = contraste quadrático (Q).

<sup>a</sup>  $\hat{Y}=317,41+71,17EM$  ( $R^2=0,60$ )

<sup>h</sup>  $\hat{Y}=-17,426+96,478EM$  ( $R^2=0,87$ )

<sup>b</sup>  $\hat{Y}=170,435+181,606EM$  ( $R^2=0,69$ )

<sup>i</sup>  $\hat{Y}=35,201+14,782EM$  ( $R^2=0,60$ )

<sup>c</sup>  $\hat{Y}=26,325+20,491EM$  ( $R^2=0,66$ )

<sup>j</sup>  $\hat{Y}=29,944+15,245EM$  ( $R^2=0,64$ )

<sup>d</sup>  $\hat{Y}=82,969+242,862EM-77,787EM^2$  ( $R^2=0,54$ )

<sup>k</sup>  $\hat{Y}=45,83-10,103EM$  ( $R^2=0,84$ )

<sup>e</sup>  $\hat{Y}=238,732+51,828EM$  ( $R^2=0,41$ )

<sup>l</sup>  $\hat{Y}=30,775+8,463EM$  ( $R^2=0,52$ )

<sup>f</sup>  $\hat{Y}=77,4+239,865EM+83,483EM^2$  ( $R^2=0,57$ )

<sup>m</sup>  $\hat{Y}=77,4+239,86EM-83,483EM^2$  ( $R^2=0,86$ )

<sup>g</sup>  $\hat{Y}=-80,117+77,758EM$  ( $R^2=0,90$ )

<sup>n</sup>  $\hat{Y}=-17,437+19,658EM$  ( $R^2=0,95$ )

**Tabela 4** – Digestibilidade aparente dos nutrientes em cordeiros Morada Nova alimentados com níveis crescentes de energia metabolizável

Item	Níveis de EM (Mcal/kgMS)					EPM	Efeito	
	0,96	1,28	1,72	2,18	2,62		L	Q
MS <sup>a</sup>	33,48	34,96	48,85	64,45	72,45	2,75	<0,0001	0,5868
MO <sup>b</sup>	34,34	37,40	52,67	67,96	74,93	2,77	<0,0001	0,8328
PB <sup>c</sup>	32,50	58,56	62,65	64,17	70,38	2,27	<0,0001	<0,0001
EE <sup>d</sup>	40,31	32,58	53,83	59,32	61,12	2,71	<0,0001	0,4678
FDN <sup>e</sup>	31,59	31,30	33,57	40,69	47,91	1,33	<0,0001	0,0250
CT <sup>f</sup>	33,29	35,30	47,75	65,13	74,26	3,05	<0,0001	0,5472
CF <sup>g</sup>	25,82	29,80	31,00	34,65	35,03	1,12	0,0046	0,5179
CNF <sup>h</sup>	23,68	35,13	68,60	83,93	90,57	4,36	<0,0001	<0,0001

\*MS = Matéria seca; MO = Matéria orgânica; PB = Proteína bruta; EE = Extrato etéreo; FDN = Fibra em detergente neutro; CT = Carboidratos totais; CF = Carboidratos fibrosos; CNF = Carboidratos não fibrosos. EPM – Erro Padrão da Média, L = contraste linear, Q = contraste quadrático.

<sup>a</sup>  $\hat{Y}=5,482+25,842EM$  ( $R^2=0,97$ )

<sup>e</sup>  $\hat{Y}=18,903+10,297EM$  ( $R^2=0,89$ )

<sup>b</sup>  $\hat{Y}=19,592+11,26EM$  ( $R^2=0,93$ )

<sup>f</sup>  $\hat{Y}=2,974+27,336EM$  ( $R^2=0,97$ )

<sup>c</sup>  $\hat{Y}=26,512+17,933EM$  ( $R^2=0,70$ )

<sup>g</sup>  $\hat{Y}=21,880+5,373EM$  ( $R^2=0,95$ )

<sup>d</sup>  $\hat{Y}=20,875+16,593EM$  ( $R^2=0,85$ )

<sup>h</sup>  $\hat{Y}=-14,753+42,925EM$  ( $R^2=0,95$ )

Os mecanismos reguladores da ingestão voluntária de alimentos podem ser classificados como físico, fisiológico e psicogênico. Quando o volumoso é o fator limitante do consumo, os animais necessitam de maior ingestão de nutrientes para atender à demanda fisiológica; entretanto, quando a ração concentrada é adicionada à dieta, há um aumento da ingestão de energia até o ponto de transição entre o controle físico e o fisiológico, então, o consumo é estabilizado. Neste caso, o animal ingere energia suficiente para satisfazer suas exigências e cessa o consumo.

De acordo com os resultados obtidos neste estudo, a existência deste ponto de transição pode ser vista através da ingestão de FDN (g/dia) que apresenta uma resposta quadrática quando a EM aumenta de acordo com a seguinte equação:  $CFDN = 82,969 + 242,862EM - 77,787EM^2$  ( $R^2=0,54$ ).

O mecanismo físico de regulação do consumo de MS está relacionado com a capacidade de distensão do rúmen, considerado o mais importante, quando os animais são alimentados, principalmente com volumosos, o que reduz o fluxo da digesta no trato gastrintestinal (ALLEN, 1996). Nas dietas contendo alto teor de FDN e baixa energia, conforme o observado nos tratamentos 1 e 2, a ingestão poderá ser limitada pelo preenchimento ruminal, enquanto nos demais tratamentos há uma elevada concentração de energia, neste caso, a limitação do consumo voluntário está relacionada aos requisitos de energia dos animais (MERTENS, 1994).

Por esta razão, o teor de FDN é o determinante principal da regulação física da ingestão, tornando-se eventualmente o fator que mais influencia o consumo quando a demanda energética é aumentada (ALLEN, 2000).

O consumo e a digestibilidade dos nutrientes estão diretamente relacionados, podendo o aumento na ingestão de MS ser relacionado como um reflexo do aumento da digestibilidade da fração fibrosa da dieta (LAZZARINI et al., 2009). Em forrageiras tropicais, o baixo teor proteico afeta negativamente a digestibilidade dos nutrientes, podendo produzir efeitos diretos na eficiência de fermentação do rúmen, sendo considerada concentração ótima de nitrogênio ( $NH_3$ ) aquela que proporciona uma máxima produção de proteína microbiana por unidade de substrato fermentado.

Assim, quando um suplemento proteico é administrado em dietas com forragem de baixa qualidade, há aumento no consumo voluntário, associado ao

aumento da digestão da fibra e da taxa de passagem, fato que explica o aumento linear do CMS e da digestibilidade da MS (DMS), observado neste trabalho.

Os valores de DMS e DMO para os níveis de 0,96 e 1,28 Mcal/kg de MS podem ter sido comprometidos em virtude da baixa qualidade do feno utilizado, pois estes tratamentos continham a maior proporção de volumoso, 95% e 80%, respectivamente. Os resultados da DMS e DMO obtidos para estes níveis de energia metabolizável estão abaixo dos comumente apresentados na literatura, o que influenciou negativamente os valores de NDT destas dietas (Tabela 2), ficando próximo ao valor relatado por Rezende et al. (2008) para feno de braquiária brizantha cv. MG4, valor igual a 39,2% da MS. Com o aumento dos níveis de EM nas rações, os valores dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes avaliados apresentaram aumento linear ( $p < 0,05$ ).

O aumento do coeficiente de digestibilidade da MS, com o aumento dos níveis de concentrado, pode ter ocorrido devido ao maior nível de CNF (Tabela 1), podendo o bolo alimentar ser rapidamente digerido pelos microrganismos ruminais. Os CNF apresentam digestibilidade acima de 90% e, os CF, próximo a 50%, por conseguinte, níveis mais elevados proporcionam melhoria de digestibilidade (VALADARES FILHO, 1985). De acordo com Pina et al. (2009), a digestibilidade é o resultado da competição entre digestão e as taxas de passagem, que está positivamente correlacionada com o consumo de MS.

Rokomatu e Aregheore (2006) relataram aumento da digestibilidade aparente da MS, MO e PB quando foi incluída ração concentrada na dieta de ovinos, com valores de 71,22, 70,63 e 66,42%, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por Mahgoub et al. (2000), ao avaliarem dietas com 2,4; 2,5 e 2,7 Mcal/kg MS para cordeiros. Tais autores observaram coeficientes de digestibilidade de matéria seca de 66,9, 68,7 e 73,9%, respectivamente.

As características de carcaça avaliadas não foram influenciadas pelo aumento dos níveis dietéticos de EM. Liméa et al. (2009) não observaram efeito significativo do aumento dos níveis de concentrado sobre o peso da carcaça fria e rendimento biológico em caprinos da raça Crioula, com rações contendo 2,10 e 3,25 Mcal/kg MS. Estes autores relataram valores médios de peso de carcaça fria (PCF) e rendimento biológico (RB) igual a 10,72 kg e 58,75%, valores próximos aos apresentados neste trabalho.

Em estudo para avaliar o efeito da relação volumoso:concentrado sobre os

rendimentos de carcaça (quente, frio e biológicos) de cordeiros Morada Nova, Gonzaga Neto et al. (2006) reportaram efeito linear da inclusão de concentrado na dieta sobre os rendimentos de carcaça, com maior rendimento observado para o maior nível de concentrado na dieta de (11,07 kg; 10,59 kg e 56%, para os pesos de carcaça quente, carcaça fria e rendimento biológico, respectivamente), valores semelhantes aos valores médios obtidos neste estudo (11,51 kg; 11,06 kg e 56,94%).

**Tabela 5** – Desempenho e características de carcaça de cordeiros Morada Nova alimentados com níveis crescentes de energia metabolizável

Variáveis	Níveis de EM (Mcal/kgMS)				EPM	Efeito	
	1,28	1,72	2,18	2,62		L	Q
Peso inicial (kg)	11,30	11,58	12,71	12,59			
Peso final (kg)	25,50	25,44	25,19	25,91	-	-	-
Peso em jejum (kg)	22,75	23,34	23,64	24,65	0,54	0,1451	0,8175
Ganho médio diário(g/dia) <sup>a</sup>	78,31	94,95	112,19	135,98	5,04	<0,0001	0,5904
Perda no jejum (%) <sup>b</sup>	10,41	8,93	5,57	5,13	0,66	0,0009	0,653
Peso de corpo vazio (kg)	18,98	19,94	20,58	21,24	0,53	0,0775	0,8889
Peso de carcaça quente (kg)	11,01	11,12	11,76	12,18	0,34	0,1436	0,8064
Rend. de carcaça quente (%)	47,87	47,53	49,62	49,45	0,58	0,2190	0,9486
Peso de carcaça fria (kg)	10,51	10,71	11,30	11,60	0,33	0,1568	0,9357
Rend. de carcaça fria (%)	45,70	45,76	47,62	47,07	0,56	0,2600	0,7957
Perda por resfriamento (kg)	0,50	0,41	0,46	0,50	0,12	0,7694	0,0484
Perda por resfriamento (%)	4,51	3,4	4,04	4,08	0,01	0,2935	0,0588
Rendimento biológico (%)	57,50	55,68	57,00	57,56	0,63	0,8012	0,3886
Peso do trato digestivo (kg)	5,00	4,71	4,31	4,58	0,11	0,099	0,2178
Conteúdo trato digestivo(kg)	3,73	3,40	3,06	3,39	0,11	0,1577	0,1577

<sup>a</sup>  $Y = 22,567 + 42,456EM$  ( $R^2=0,89$ );

<sup>b</sup>  $Y = 15,537 - 4,0751EM$  ( $R^2=0,93$ );

EPM – Erro padrão da média; L = efeito linear, Q = efeito quadrático.

A influência do PC sobre o rendimento de carcaça pode ser alterada pelo conteúdo gastrointestinal, que por sua vez é influenciado pelo número de horas de jejum e pelo tipo da dieta a que os animais são submetidos.

Considerando que todos os animais foram submetidos a um jejum de líquidos e sólidos de 18 horas e abatidos com PC médio de 25 kg, o esvaziamento do trato gastrointestinal (TGI), antes da medição do peso corporal, foi mais lento nos tratamentos com maior proporção de volumoso. Tais resultados estão de acordo com Preston e Willis (1982) e ARC (1980), que relataram que a adição de concentrado na dieta reduz o peso de TGI, assim, resultando no aumento dos

valores de PCVZ quando o nível de energia na dieta aumentar.

Os valores de GMD aumentaram linearmente com a elevação dos níveis de EM nas dietas, tendo o tratamento com 2,62 Mcal/kg MS apresentado o maior valor (135,98 g/dia).

As dietas foram formuladas para proporcionar ganho de peso diário de 200 g, o qual não foi conseguido em nenhum dos tratamentos, mesmo com o mais alto nível de EM (2,62 Mcal/kg MS). Este fato pode ser atribuído ao menor potencial genético para o ganho de peso em ovinos da raça Morada Nova, quando comparada a outras raças mais especializadas para produção de carne. No entanto, para sistemas de produção de carne adotados no Nordeste do Brasil, este resultado pode ser satisfatório e mostra a vantagem da suplementação energética dos animais em comparação aos sistemas tradicionais, revelando-se uma estratégia que deve ser adotada pelos produtores locais de cordeiro.

Garcia et al. (2000), avaliando dietas com 2,47; 2,38 e 2,39 Mcal/kg MS em cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês e Santa Inês puros não observaram diferença significativa para o GMD, com valores médios de 211, 193 e 195 g/animal, resultado superior ao do presente trabalho, ressaltando a superioridade para produção de carne das raças trabalhadas pelos autores citados.

Em estudo similar, Mahgoub et al. (2000) avaliaram dietas com 2,4; 2,5 e 2,7 Mcal/kg MS para ovinos em crescimento da raça Omani, nativa das regiões áridas do Oriente Médio, encontraram ganho de peso iguais a 90, 115 e 147 g/dia, respectivamente, valores próximos aos relatados neste trabalho (78,31; 94,95; 112,19 e 135,98). Estes resultados mostram a similaridade da referida raça estudada por Mahgoub et al. (2000) e a raça Morada Nova, ambas adaptadas às condições similares das regiões onde se desenvolveram.

Outro relevante fator que pode estar relacionado a um ganho de peso menor que o esperado é que os comitês internacionais de avaliação de alimentos e requerimentos nutricionais, como o NRC (2007), muitas vezes não são eficientes em predizerem as exigências nutricionais para as raças nativas do Brasil.

## CONCLUSÃO

O incremento do nível de energia metabolizável em rações de ovinos

Morada Nova maximiza o consumo e a digestibilidade dos nutrientes, promovendo aumento no ganho de peso médio diário dos animais, sem alterar as características de carcaça.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, M. S. Physical constraints on voluntary intake of forage by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.74, n.2, p.3063-3075,1996.

ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.7, p.1598-1624, 2000.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: CAB International, 1993. 159p.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The Nutrient Requirements of Ruminant livestock**. CABI International, Slough, UK, 1980.

ALVES, K. S.; CARVALHO, F. F. R.; VÉRAS, A. S. C.; ANDRADE, M. F.; COSTA, R. G.; BATISTA, A. M. V.; MEDEIROS, A. N.; MAIOR JUNIOR, R. J. S.; ANDRADE, D. K. B. Níveis de energia em dietas para ovinos Santa Inês: desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1937-1944, 2003. (supl.2).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of AOAC international**. 14.ed. Washington, DC.: 1990. 1094p.

CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUES, L. T.; FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.

CARDOSO, R.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; PAULINO, M.F.; VALADARES, R.F.D.; CECON, P.R.; COSTA, M.A.L.; OLIVEIRA, R.V. Consumo e digestibilidade aparentes totais e parciais de rações contendo diferentes

níveis de concentrado, em novilhos F1 Limousin x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.830-833, 2000.

FERNANDES, A. A. O. **Genetic and phenotypic parameter estimates for growth, survival and reproductive traits in Morada Nova hair sheep**. PhD. Thesis, Oklahoma State University, USA. 1992.

GARCIA, I. F. F.; PÉREZ, J. R. O.; TEIXEIRA, J. C.; BARBOSA, C. M. P. Desempenho de cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês e Santa Inês puros terminados em confinamento, alimentados com casca de café como parte da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.564-572, 2000.

GONZAGA NETO, S.; SILVA SOBRINHO, A. G.; ZEOLA, N. M. B. L.; MARQUES, C. A. T.; SILVA, A. M.A.; PEREIRA FILHO, J. M.; FERREIRA, A. C. D. Características quantitativas da carcaça de cordeiros deslanados Morada Nova em função da relação volumoso:concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1487-1495, 2006.

HALL, M. B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. Bulletin No. 339, University of Florida, Gainesville, USA, 2000.

LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C. B.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; SOUZA, M. A. OLIVEIRA, F. A. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.2021-2030, 2009.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.

LIMÉA, L.; BOVAL, M.; MANDONNET, N.; GARCIA, G.; ARCHIMÈDE, H.; ALEXANDRE, G. Growth performance, carcass quality, and noncarcass components of indigenous Caribbean goats under varying nutritional densities. **Journal of Animal Science**, v.87, n.11, p.3770-3781, 2009.

MAHGOUB, O.; LU, C. D.; EARLY, R. J. Effects of dietary energy density on feed intake, body weight gain and carcass chemical composition of Omani growing lambs. **Small Ruminant Research**, v.37,n.1-2, p.35-42, 2000.

McMANUS, C.; PAIVA, S. R.; ARAÚJO, R. O. Genetics and breeding of sheep in Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.236-246, 2010. (supl. especial)

MEDEIROS, G. R.; CARVALHO, F. F. R.; FERREIRA, M. A.; BATISTA, A. M. V.; ALVES, K. S.; SOUTO MAIOR JUNIOR, R. J.; ALMEIDA, S. C. Efeito dos níveis de concentrado sobre o desempenho de ovinos Morada Nova em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1162-1171, 2007.

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v.64, n.3, p.1548-1558, 1987.

MERTENS, D. R. **Regulation of forage intake**. In: J. F. G. C. FAHEY (ed.) Forage quality evaluation and utilization. American Society of Agronomy, Madison, p.450-493, 1994.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**. v.85, p.1217-1240, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 8th ed. National Academy Press, Washington, DC, USA, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and NewWorld Camelids**. National Academy Press, Washington, DC, USA, 2007.

PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; VALENTE, E. E. L.; BARROS, L. V. Nutrição de bovinos em pastejo. pp. 131-170 in Proc. 4th **Symposium on Strategic Management of Pasture**, Viçosa, Brasil, 2008.

PINA, D. S.; VALADARES FILHO, S. C.; TEDESCHI, L. O.; BARBOSA, A. M.; VALADARES, R. F. D. Influence of different levels of concentrate and ruminally

undegraded protein on digestive variables in beef heifers. **Journal of Animal Science**, v.87, n.3, p.1058-1067, 2009.

PRESTON, T.R.; WILLIS, M.R., **Intensive beef production**. 2nd ed. Oxford, Pergammon, 1982.

REZENDE, L.H.G.; ALBERTINI, T.Z.; DETMANN, E.; TOMICH, T.R.; FRANCO, G.L.; LEMPP, B.; MORAIS, M.G. Consumo e digestibilidade do feno de capim-braquiária em bovinos de corte sob suplementação com mistura contendo sulfato de amônio, caseína e ureia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.717-723, 2008.

ROKOMATU, I.; AREGHEORE, E. M., Effects of supplementation on voluntary dry matter intake, growth and nutrient digestibility of the Fiji Fantastic sheep on a basal diet of Guinea grass (*Panicum maximum*). **Livestock Science**, v.100, n.2-3, p.132-141, 2006.

SAS, 2003. **SAS System for Windows**, Release 9.1 (TS1M3). SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D.G., RUSSELL, J.B.A. net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

VALADARES FILHO, S. C., 1985. **Digestão total e parcial da matéria seca e carboidratos em bovinos e bubalinos**. Tese (Doutorado). Thesis, Universidade Federal de Viçosa, Brasil.

VAN SOEST, P.J. Symposium on factors influencing the voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, v.24, n.2, p.834-843, 1965.

VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Cornell University, Ithaca, USA, 1985.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. P. 176-185 in Proc. of **Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers**, Cornell University, Ithaca, USA, 1999.

## **CAPÍTULO 2**

---

**Composição corporal e requerimentos líquidos de energia e de proteína para  
cordeiros Morada Nova**

## Composição corporal e requerimentos líquidos de energia e de proteína para cordeiros Morada Nova

### RESUMO

Realizou-se um abate comparativo com 48 cordeiros Morada Nova, não castrados, com peso corporal (PC) médio inicial de  $12,05 \pm 1,81$  kg e 60 dias de idade, com o objetivo de determinar os requerimentos líquidos de energia e de proteína para manutenção e crescimento. Oito animais foram abatidos inicialmente como grupo referência para estimar o peso de corpo vazio (PCVZ) e a composição corporal iniciais dos 40 animais remanescentes, os quais foram distribuídos em um delineamento em blocos casualizados com cinco dietas, com níveis crescentes de energia metabolizável (EM) (0,96; 1,28; 1,72; 2,18 e 2,62 Mcal/kg MS) e oito repetições por bloco. A exigência líquida de energia para manutenção (kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia) foi determinada por meio da regressão entre a produção de calor (PCI) e o consumo de EM. A excreção diária de nitrogênio (N) foi determinada considerando-se um consumo de N igual a zero na equação de regressão obtida entre a retenção de N no corpo do animal e o consumo de N. Foram ajustadas equações de regressão dos logaritmos dos teores de gordura, de energia e de proteína corporal em função do logaritmo do PCVZ. As derivadas destas equações permitiram a estimativa dos teores dos componentes corporais no ganho de peso de corpo vazio (GPCZ), determinando assim as exigências líquidas para GPCVZ. O requerimento líquido de energia para manutenção obtido foi de  $52,36 \pm 1,34$  kcal/kg PCVZ<sup>0,75</sup>/dia. Os conteúdos corporais de energia e de gordura com base no PCVZ aumentaram de 1,64 e 79,38 para 2,11 Mcal/kg e 123,73 g/kg PCVZ, respectivamente, com o aumento do PC de 15 para 30 kg. A exigência líquida de energia para GPCVZ aumentou de 2,15 para 2,78 Mcal/kg GPCVZ, com variação do PC de 15 a 30 kg. A excreção diária de N foi de  $293,17 \pm 0,07$  mg/kg PC<sup>0,75</sup>/dia e a exigência líquida de proteína para manutenção foi de 1,83g/kg PC<sup>0,75</sup>/dia. O teor de proteína no corpo vazio aumentou de 161,67 para 175,00 g/kg PCVZ, com a variação do PC de 15 para 30 kg, respectivamente. A quantidade de proteína depositada no ganho elevou-se de 177,84 para 192,93 g/kg GPCVZ, com o aumento do PC de 15 para 30 kg, respectivamente. As exigências líquidas de proteína e de energia para manutenção e ganho em peso de cordeiros Morada Nova são inferiores aos valores comumente recomendados pelos principais sistemas de avaliação de alimentos e exigências nutricionais para cordeiros.

**Palavras-chaves:** abate comparativo, energia digestível, energia líquida, proteína líquida

## Body composition and net requirements of energy and protein for Morada Nova lambs

### ABSTRACT

The comparative slaughter trial was conducted with 48 Morada Nova lambs, non-castrated, averaging  $12.05 \pm 1.81$  kg of initial body weight (BW), two months of age, to assess the net requirements of energy and protein for growth and maintenance. Eight animals were slaughtered at the beginning of the trial, as a reference group, in order to estimate the initial empty body weight (EBW) and body composition. The forty remaining animals were assigned to a randomized block design with five diets, with increasing metabolizable energy contents (0.96; 1.28; 1.72; 2.18 and 2.62 Mcal/kg DM) and eight replications per block. The heat production (HP) logarithm was regressed against the metabolizable energy intake (MEI) and the net energy requirements for maintenance (kcal/kg EBW<sup>0.75</sup>/day) were estimated by extrapolation, when MEI was set at zero. The nitrogen (N) daily excretion was estimated by extrapolating regression equations of N intake (g/kg BW<sup>0.75</sup>/day) in function of retention (g/kg BW<sup>0.75</sup>/day) for zero intake. Regression equations of the logarithm of body fat, energy and protein were fitted on the EBW logarithm. The derivatives of these equations allowed the estimation of the corporal content of the empty body weight gain (EBWG) and the net energy requirement for EBWG, respectively. The net energy requirement for maintenance obtained was  $52.36 \pm 1.34$  kcal/kg EBW<sup>0.75</sup>/day. The energy and fat contents of the EBW of the animals increased from 1.64 and 79.38 to 2.11 Mcal/kg and 123.73 g/kg of EBW, respectively, as the BW increased from 15 to 30 kg. The net energy requirements for EBWG increased from 2.15 to 2.78 Mcal/kg EBWG for body weights of 15 and 30 kg, respectively. Daily nitrogen excretion was  $293.17 \pm 0.07$  mg/kg BW<sup>0.75</sup>/day and net protein requirement for maintenance was 1.83 g/kg BW<sup>0.75</sup>/day. Protein content of EBW of animals increased from 161.67 to 175.28 g/kg of EBW when the BW of the animals increased from 15 to 30 kg, respectively. The amount of protein deposited in the gain increased from 177.84 to 192.93 g/kg of EBWG with the increase of body weight of the animals from 15 to 30 kg, respectively. The net energy and protein requirements for maintenance and gain of Morada Nova lamb is lower than values commonly recommended by the main evaluation systems of feed and nutritional requirements for lambs.

**Key-works:** comparative slaughter, digestible energy, net energy, net protein

## INTRODUÇÃO

A busca por alternativas de convivência com o semiárido proporciona à população da região Nordeste do Brasil o desenvolvimento de atividades, no âmbito da produção animal, que viabilizam a permanência nessa região. Destaca-se a criação de pequenos ruminantes, onde raças adaptadas a estas condições climáticas representam uma opção para melhor rentabilidade da pecuária local. Como exemplo tem-se a raça ovina Morada Nova, que constitui uma das principais raças nativas de ovinos deslanados do Nordeste do Brasil, explorados para carne e pele, sendo esta última altamente apreciada no mercado internacional (FERNADES et. al., 2001; SOUZA et. al, 2011).

Estudos para avaliar o desempenho e as exigências nutricionais de animais adaptados às condições locais com características de importância econômica são imprescindíveis para salvaguardar e, principalmente, utilizar esse recurso genético em benefício da sociedade (SOUZA et. al, 2011).

O corpo do animal é composto basicamente de água, proteína, gordura e minerais, em proporções que variam de acordo com a raça, a idade, a velocidade de crescimento, a classe sexual e o plano nutricional, entre outros fatores (NRC, 2000).

Pesquisas demonstram que as variações climáticas podem causar mudanças na composição corporal, afetando as exigências nutricionais de animais (WEST, 1999; HUNTINGTON e ARCHIBEQUE, 1999). Em áreas onde a temperatura máxima diária provoca estresse calórico, cuidados especiais devem ser tomados para oferecer uma dieta adequada a essas condições (SILVA et. al., 2003).

As exigências nutricionais recomendadas pelo NRC (2007) são adotadas amplamente por todo o mundo, os valores apresentados nas tabelas deste comitê foram obtidos de experimentos com ovinos de raças lanadas, com apresentando ajustes para as exigências para ovinos deslanados.

Este estudo foi realizado com o objetivo de determinar a composição corporal e as exigências líquidas de energia e de proteína para manutenção e ganho em peso de cordeiros Morada Nova alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Setor de Digestibilidade do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza, CE, nos meses de fevereiro a junho de 2010.

Foram utilizados 48 cordeiros da raça Morada Nova com peso corporal (PC) médio de  $12,05 \pm 1,81$  kg com, aproximadamente, 60 dias de idade. No início do experimento os animais foram pesados, identificados, vermifugados e alocados em baias individuais providas de comedouro e de bebedouro.

Após 10 dias de adaptação às rações experimentais, oito animais foram selecionados aleatoriamente e abatidos com a finalidade de serem utilizados para estimar o peso de corpo vazio (PCVZ) inicial e determinar a composição corporal inicial dos 40 ovinos remanescentes. Os animais receberam aleatoriamente os cinco tratamentos, que consistiram em níveis crescentes de energia metabolizável (EM) (0,96; 1,28; 1,72; 2,18 e 2,62 Mcal/kg MS), obtido por meio de diferentes relações volumoso:concentrado (95:5, 80:20, 60:40, 40:60 e 20:80).

Utilizou-se feno de capim-Tifton 85 como volumoso e ração concentrada à base de milho em grão moído, farelo de soja, ureia, cloreto de sódio, calcário calcítico, fosfato bicálcico e premix mineral. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados.

As rações experimentais foram formuladas conforme recomendações do NRC (2007). Os animais foram alimentados duas vezes por dia (às 8h e às 16h) à vontade, permitindo sobras de até 10%. As rações foram fornecidas na forma de mistura total (volumoso + ração concentrada). O consumo de matéria seca (MS) foi determinado pela diferença entre o peso do ofertado e o das sobras, as quais foram coletadas e pesadas diariamente antes do fornecimento da ração da manhã. A cada semana, as amostras foram misturadas, formando uma amostra composta/animal/tratamento. Todos os dados foram registrados em planilhas de controle diário e as amostras dos alimentos e sobras foram congeladas para posterior análise química.

Para determinação da EM das rações, realizou-se um ensaio de digestibilidade, no qual se utilizou a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno para estimar a excreção de matéria seca fecal como descrito por Casali et al., (2008). As amostras de fezes foram coletadas diretamente da

ampola retal durante todo o período experimental, a cada 15 dias. As coletas aconteceram durante três dias consecutivos, em horários diferentes: às 8 horas no primeiro dia, às 12 horas no segundo dia e às 16 horas no terceiro dia.

Os teores de FDNi das amostras moídas de fezes, sobras, volumoso e concentrados foram obtidos por meio dos resíduos da incubação *in situ* durante um período de 240 horas no rúmen de um bovino adulto. Quando retirados do rúmen, os sacos de náilon foram lavados em água corrente até total clareamento da água. Posteriormente, foram submersos em solução de detergente neutro (VAN SOEST e ROBERTSON, 1985) a 100°C durante uma hora. Em seguida, foram lavados com água fervente e depois com acetona. Para completa secagem, os sacos foram colocados em estufa de ventilação forçada a 55°C, durante 24 horas, depois foram pesados e o resíduo foi considerado a fração de FDNi (CASALI et al., 2008).

Para determinação dos conteúdos de energia digestível (ED), utilizou-se a relação em que 1 kg de NDT corresponde a 4,409 Mcal de ED, e, para se estimar a EM, considerou-se uma eficiência de utilização da ED de 82% (NRC, 2000).

As amostras do volumoso, das rações concentradas e as amostras compostas das sobras foram pré-secas a  $55 \pm 5^\circ\text{C}$ , durante 72 horas, em estufa de ventilação forçada, em seguida, moídas em moinho de facas com peneira de 1 mm (Moinho tipo Wiley moinho, Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA, EUA). Todas as amostras foram analisadas para os teores de matéria seca (MS; AOAC, 1990; método número 930,15), cinzas (AOAC, 1990; método número 924,05), proteína bruta (PB; AOAC, 1990; método número 984,13), extrato etéreo (EE; AOAC, 1990; método número 920,39) e fibra em detergente ácido (FDA; VAN SOEST et al., 1991). Para análise da fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram tratadas com alfa amilase, termoestável, sem o uso de sulfito de sódio, corrigida para a cinza residual (MERTENS, 2002) e para nitrogênio (LICITRA et al., 1996).

O teor de carboidratos totais (CT) foi calculado de acordo com Sniffen et al., (1992) (equação 1):

$$\text{CT (\%)} = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{cinzas}) \quad (1)$$

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados a partir da equação adaptada de Weiss (1999) (equação2):

$$\text{CNF (\%)} = 100 - (\% \text{FDN}_{\text{cp}} + \% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{cinzas}) \quad (2)$$

Para os concentrados, em virtude da presença de ureia em sua composição, o teor de CNF foi calculado de acordo com a equação descrita por Hall (2000) (equação 3):

$$\text{CNF} = 100 - [(\% \text{PB} - \% \text{PB derivada da ureia} + \% \text{ de ureia}) + \% \text{FDNcp} + \% \text{EE} + \% \text{cinzas}] \quad (3)$$

As composições dos ingredientes das rações concentradas e das rações experimentais estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1** – Composição químico-bromatológica dos ingredientes, feno de capim-Tifton 85 e dos concentrados utilizados nas dietas experimentais em g/kg

Componentes	Milho moído	Farelo soja	Feno Tifton	Conc. 1	Conc.2	Conc.3	Conc.4	Conc.5
MS	891,0	951,8	953,6	967,0	962,4	954,3	958,3	947,3
MO	879,3	885,7	873,8	930,4	889,2	911,9	919,5	903,2
PB	91,4	546,3	78,9	298,6	525,5	279,3	221,3	188,9
EE	53,9	29,1	14,6	25,4	29,7	36,7	34,2	30,8
MM	11,7	66,1	79,8	36,6	73,2	42,4	38,8	44,1
FDN	176,6	154,3	754,0	128,7	132,0	142,9	140,6	145,8
FDA	82,8	145,4	447,2	96,7	75,2	44,0	48,6	47,2
LIG	8,1	37,3	51,2	9,5	13,8	16,4	18,9	19,4
CEL	24,1	55,3	304,4	35,7	72,0	33,7	33,5	35,3
HEM	93,8	8,9	306,8	32,0	56,8	98,9	92,0	98,6
CT	842,9	358,4	826,7	675,1	393,6	662,0	680,6	693,7
CF	138,8	104,2	701,3	96,0	99,5	110,7	95,3	104,0
CNF	704,1	254,2	125,3	579,1	294,1	551,3	585,3	589,7

MS = Matéria Seca, MO = Matéria Orgânica, PB = Proteína Bruta, EE = Extrato Etéreo, MM = Matéria Mineral, FDN = Fibra em Detergente Neutro, FDA = Fibra em Detergente Ácido, LIG = Lignina, CEL = Celulose, HEM = Hemicelulose, CT = Carboidratos Totais, CF = Carboidratos Fibrosos, CNF = Carboidratos Não Fibrosos.

**Tabela 2** – Composição químico-bromatológica das rações experimentais em g/kg

Composição percentual	Níveis de EM (Mcal/kgMS)				
	0,96	1,28	1,72	2,18	2,62
Feno de Tifton 85	95	80	60	40	20
Concentrado	5	20	40	60	80
Milho moído	626,3	158,7	694,5	724,6	756,1
Farelo de soja	326,2	806,5	285,3	248,8	225,9
Ureia <sup>1</sup>	37,7	30,0	12,5	11,2	5,1
Calcário	-	-	-	5,4	6,6
Fosfato bicálcico	-	-	-	-	0,7
Cloreto de sódio	8,6	4,0	7,0	9,3	5,0
Premix mineral <sup>2</sup>	1,2	0,8	0,7	0,7	0,6
Componentes	Componentes químico-bromatológicos				
	g/kgMS				
MS	954,3	955,4	953,9	956,4	951,2
MO	916,3	876,9	889,1	901,2	900,0
MM	38,0	78,5	64,8	55,2	51,2
PB	89,9	168,2	159,1	164,4	166,9
EE	24,9	26,7	27,9	22,4	27,6
FDN	722,5	629,6	509,6	386,0	267,4
FDA	429,6	372,8	285,9	208,0	127,2
Lignina	49,1	43,7	37,3	31,8	25,8
Celulose	293,2	259,8	197,6	142,8	89,6
Hemicelulose	293,0	256,8	223,7	178,0	140,2
CF	671,1	581,0	465,1	337,7	223,5
CT	817,3	735,7	764,6	754,0	746,3
CNF	146,2	154,7	299,5	416,3	522,8
NDT	280,1	344,6	453,9	593,9	723,6
NDT:PB	3,12	2,04	2,85	3,61	4,33

MS = Matéria Seca, MO = Matéria Orgânica, MM = Matéria Mineral, PB = Proteína Bruta, EE = Extrato Etéreo, FDN = Fibra em Detergente Neutro, FDA = Fibra em Detergente Ácido, CF = Carboidratos Fibrosos, CT = Carboidratos Totais, CNF = Carboidratos Não Fibrosos, NDT = Nutrientes Digestíveis Totais.

<sup>1</sup>Composição centesimal em relação a porção do concentrado das dietas.

<sup>2</sup>Composição: Ca - 7.5%; P - 3%; Fe - 16.500 ppm; Mn - 9.750 ppm; Zn - 35.000 ppm, I - 1.000 ppm; Se - 225 ppm; Co - 1.000 ppm.

Os animais foram pesados a cada 15 dias para determinação do ganho de peso médio diário (GMD). Os abates ocorreram quando o PC médio de um dos tratamentos experimentais atingiu 25 kg. Nesta ocasião, também foram abatidos dois animais do tratamento com menor nível de EM (0,96 Mcal/kg MS). Este procedimento foi realizado para todos os grupos (tratamentos). Antes do abate, mensurou-se o peso corporal ao jejum (PCj) como sendo o PC após um jejum de sólidos e de líquidos de 18 horas. abate ocorreu por meio de concussão cerebral, seguida por secção da veia jugular.

Por ocasião do abate, todo o sangue foi coletado, pesado, amostrado e congelado. O trato gastrointestinal foi pesado cheio, em seguida, esvaziado, lavado e posto para secar à sombra. Após a secagem foi novamente pesado, juntamente com os demais componentes do corpo (carcaça quente, cabeça, pele, patas e cauda). Os

órgãos internos (fígado, coração, pulmões+traquéia+língua+esôfago, bexiga, rins, trato reprodutivo e baço), o trato gastrintestinal (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos grosso e delgado) cheio e vazio, e gorduras (omental, mesentérica, perirenal e gordura do coração) foram pesados separadamente. O peso de corpo vazio (PCVZ) foi calculado como sendo PCj, subtraído o peso do conteúdo do trato gastrintestinal.

Todas as carcaças foram pesadas quentes (cerca de uma hora após lavagem e secagem) e, em seguida, resfriadas (-4°C) durante, aproximadamente, 24 horas. Após o resfriamento, as carcaças foram novamente pesadas e divididas longitudinalmente em duas meias carcaça.

Foram moídos em moedor de carne industrial, órgãos + sangue + pés + cabeça e a meia carcaça direita, obtendo-se duas amostras por animal, compostas pela massa moída dos órgãos + sangue + pés + cabeça e massa moída da meia carcaça direita. As amostras da pele foram cortadas em cubos e juntamente com a massa moída dos órgãos + sangue + pés + cabeça e meia carcaça direita foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada a  $55 \pm 5^\circ\text{C}$ , por 72 horas, em seguida, trituradas em um multiprocessador.

Após este procedimento, as amostras foram desengorduradas por meio de imersão em éter de petróleo em aparelho tipo Soxhlet (AOAC, 1990; método número 920,39) e os resíduos foram moídos em moinho de bola e armazenados em recipientes fechados. Posteriormente, determinou-se o teor de matéria seca desengordurada colocando-se as amostras em estufa de ventilação forçada a  $105^\circ\text{C}$  até alcançarem peso constante, nas amostras desengorduradas determinaram-se os teores de cinzas e de proteína bruta conforme metodologia descrita anteriormente para as amostras de volumoso e das rações experimentais.

Os procedimentos utilizados para calcular a energia retida e a exigência de energia de manutenção foram os descritos por Lofgreen e Garrett (1968). Os conteúdos de gordura do corpo (CGC) e de proteína (CPC) foram determinados de acordo com a sua percentagem no corpo vazio dos animais. A energia corporal (CEC) foi obtida de acordo com a equação 4, descrita no ARC (1980):

$$\text{CEC (Mcal)} = 5,6405 (\text{CPC, kg}) + 9,3929 (\text{CEC, kg}) \quad (4)$$

Os teores de gordura, de proteína e de energia retidos no corpo dos animais de cada tratamento foram estimados a partir da regressão dos logaritmos dos

conteúdos corporais de gordura, de proteína e de energia em função do logaritmo de PCVZ, conforme descrito no ARC (1980) (equação 5):

$$Y = a + bX + e, (5)$$

Em que, Y = logaritmo da proteína total (kg), da gordura (kg) ou da energia (Mcal) retido no PCV; a = constante; b = coeficiente de regressão do logaritmo da proteína, da gordura ou da energia, em função do logaritmo PCVZ ; X = logaritmo do PCVZ; e = erro.

Derivando-se as equações de predição dos componentes corporais (gordura, proteína ou energia), em função do logaritmo do PCVZ, foram obtidas as equações de predição da proteína, da gordura e da energia, no ganho de PCVZ. As exigências líquidas de energia e de proteína para ganho de PCVZ corresponderam ao seu conteúdo sobre o ganho de PCVZ e foram obtidas juntamente com o teor de gordura no ganho de PCVZ (equação 6):

$$Y' = b \times 10^a \times X^{(b \cdot 1)}, (6)$$

Em que Y' = conteúdos de energia, no ganho, ou exigências líquidas de energia (kcal) ou conteúdo de gordura (g) para ganho de peso; a = intercepto da equação de predição do conteúdo corporal de energia ou de gordura e b = coeficiente de regressão da equação do conteúdo corporal de energia ou gordura e X = PCVZ (kg).

As quantificações das retenções diárias de energia e de proteína foram determinadas calculando-se o valor da diferença entre a energia total final e proteína retida no corpo vazio dos animais e a energia e proteína inicial, estimadas a partir da composição inicial dos animais referência, dividido pelo número de dias do experimento.

A produção de calor (PCI, kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia) foi calculada pela diferença entre o CEM (kcal/ PCVZ<sup>0,75</sup>/dia) e a retenção de energia diária no corpo dos animais. O antilog do intercepto da regressão linear entre os logaritmos da PCI e o CEM foi utilizado para estimar as exigências líquidas de energia para manutenção (ELm, kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia) (LOFGREEN e GARRETT, 1968). Para conversão da ELm, com base no PCVZ, em ELm, com base no PC, utilizou-se um fator de ajuste obtido por meio da regressão linear entre GPCVZ e GMD e também entre o PCVZ e PC de todos os animais do experimento.

A quantificação da retenção diária de nitrogênio (g/PC<sup>0,75</sup>/dia) foi determinada calculando-se o valor da diferença entre o conteúdo de nitrogênio final

no corpo do animal e o conteúdo inicial estimado a partir dos animais referências, dividido pelo número de dias do experimento. Após a quantificação determinou-se a exigência proteica líquida de manutenção (PLm) como sendo o intercepto negativo da equação de regressão obtido entre a retenção diária de N ( $\text{g/kg PC}^{0,75}/\text{dia}$ ) e o consumo de N ( $\text{g/kg PC}^{0,75}/\text{dia}$ ), multiplicado pelo fator 6,25.

As equações de regressão para estimativas da composição corporal e composição do ganho de peso foram obtidas utilizando-se os dados dos 40 cordeiros, a fim de expressar suas potencialidades de desenvolvimento de acordo com as rações.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com cinco tratamentos e oito repetições de acordo com o modelo matemático  $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + e_{ij}$ , onde  $Y_{ij}$  = valor observado no tratamento  $i$ , bloco  $j$ ;  $\mu$  = média geral da população;  $\alpha_i$  = efeito do tratamento,  $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ;  $\beta_j$  = efeito do bloco,  $j = 1, 2$ ,  $e_{ij}$  = erro padrão.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se GLM PROC da versão SAS 9.0 (SAS, 2003). Os efeitos de graus linear e quadrático foram obtidos após a análise de variância ao nível de significância de 5%, observada nos ajustes das equações de regressão pelo PROC REG SAS (9,0).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O consumo de matéria seca (CMS) e o consumo de energia metabolizável (CEM) aumentaram linearmente ( $p < 0,001$ ), com o incremento dos níveis de EM nas rações experimentais (Tabela 3). Considerando-se este aumento linear do consumo de energia metabolizável, observou-se maior disponibilidade de energia, o que refletiu na retenção diária de energia (ER), de acordo com a equação:  $ER = -12,09 + 20,55 \text{ ME}$  ( $R^2 = 0,80$ ). As dietas com níveis mais elevados de EM continham maior inclusão de concentrado, por conseguinte, elevado teor de carboidratos não fibrosos, os quais são rapidamente fermentados no rúmen, favorecendo maior taxa de passagem do bolo alimentar através do trato gastrointestinal, promovendo aumento na ingestão diária de matéria seca.

Em condições tropicais onde o animal encontra-se na maior parte do tempo sob estresse por calor, o consumo de matéria seca é reduzido, podendo ser

recuperado nos períodos em que as temperaturas encontram-se mais baixas. A faixa de conforto térmico delimitada pelas temperaturas críticas, superior e inferior, é definida como o intervalo de temperatura em que não há sobrecarga de energia para manutenção da temperatura do corpo.

**Tabela 3** - Valores médios de parâmetros de consumo e retenção de nutrientes em cordeiros Morada Nova

	Nível de EM Mcal/kgMS					Efeito	
	0,96	1,28	1,72	2,18	2,62	L	Q
CMS <sup>a</sup>	50,12	51,64	59,01	75,91	68,91	<0,001	0,351
CEM <sup>b</sup>	139,41	152,90	221,17	347,33	353,98	<0,001	<0,001
PCI <sup>c</sup>	136,09	135,53	196,17	313,58	314,40	<0,001	<0,001
ER <sup>d</sup>	3,32	17,37	25,00	33,75	39,58	0,074	0,186
CN <sup>e</sup>	1,51	2,94	3,26	3,88	3,16	0,090	0,038
NR <sup>f</sup>	0,06	0,43	0,59	0,67	0,68	0,016	0,057

CMS = consumo de matéria seca (g/PC<sup>0,75</sup>/dia), CEM = consumo de energia metabolizável (kcal/PC<sup>0,75</sup>/dia), PCI = produção de calor (kcal/PC<sup>0,75</sup>/dia), ER = energia retida (kcal/PC<sup>0,75</sup>/dia), CN = consumo de nitrogênio (g/PC<sup>0,75</sup>/dia), NR = nitrogênio retido (g/PC<sup>0,75</sup>/dia), L = efeito linear, C = efeito cúbico.

<sup>a</sup>CMS = 35,201 + 14,782EM (R<sup>2</sup>=0,60)

<sup>d</sup>ER = -12,09 + 20,55EM (R<sup>2</sup>=0,80)

<sup>b</sup>CEM = -19,86 + 149,71EM (R<sup>2</sup>=0,81)

<sup>e</sup>CN = -3,735 + 7,268EM - 1,764EM<sup>2</sup> (R<sup>2</sup>=0,79)

<sup>c</sup>PCI = -7,775 + 129,2EM (R<sup>2</sup>=0,75)

<sup>f</sup>NR = -0,087 + 0,338EM (R<sup>2</sup>=0,56)

O consumo de nitrogênio apresentou resposta quadrática (p = 0,038), em virtude da redução no CMS observada entre os níveis 2,18 e 2,62 Mcal/kg MS. Com base na equação de regressão para CN (CN = -3,735 + 7,268EM - 1,764EM<sup>2</sup>, R<sup>2</sup>=0,79), o ponto de máximo foi de 2,06 Mcal/kg MS.

A retenção diária de N aumentou linearmente: NR = - 0,087 + 0,338 ME, refletindo na sincronização máxima entre carboidratos e proteína no rúmen, e proporcionando, conseqüentemente, o máximo crescimento microbiano (RUSSELL et al., 1992; VAN SOEST, 1994). Esse máximo crescimento microbiano pode proporcionar um desempenho animal satisfatório, pois se sabe que de 50 a 80% da proteína digerível no intestino delgado é oriunda da proteína microbiana sintetizada no rúmen.

Os percentuais de água, de gordura, de proteína, de cinzas e de energia com base no PCVZ apresentaram variações de 66,41 a 73,72; 6,74 a 12,43; 15,52 a 18,37; 2,98 a 3,73 e 1,97 a 3,36 Mcal/kg PCVZ, respectivamente (Tabela 4).

**Tabela 4** – Composição corporal média no peso de corpo vazio de cordeiros Morada Nova alimentados com níveis crescentes de energia metabolizável

Item	Ref.	Nível de EM Mcal/kg de MS				
		0,96	1,28	1,72	2,18	2,62
PC (kg)	13,13±2,76	14,13±1,96	25,50±3,65	25,44±2,77	25,19±2,94	25,91±2,88
Peso ao abate (kg)	11,80±2,68	9,66±1,16	18,98±3,64	19,64±2,57	20,58±3,38	21,24±2,73
PCVZ (kg)	9,17±1,69	12,85±1,74	22,75±3,41	23,34±2,55	23,64±3,86	24,65±2,40
Água (%)	71,72±1,82	72,69±1,88	67,77±3,67	68,18±2,26	66,41±2,74	66,71±3,80
Gordura (%)	7,46±0,71	6,74±0,69	10,13±1,07	11,17±0,93	12,43±1,69	12,08±1,83
Proteína (%)	17,60±0,96	15,52±1,02	18,37±2,27	16,85±1,32	17,26±1,23	17,16±1,63
Cinzas (%)	3,45±0,31	3,73±0,29	3,66±0,46	2,99±0,42	3,34±0,49	2,98±0,46
Energia (Mcal/kg PCVZ)	1,97±0,06	2,36±0,39	2,91±0,28	3,26±0,10	3,36±0,17	3,30±0,17

PC = Peso Corporal, PCVZ = Peso de Corpo Vazio.

A equação para estimativa do PCVZ com base no PC dos animais foi:  $PCVZ = -3,05 + 0,93 PC$  ( $R^2 = 0,89$ ). Para a conversão das exigências, com base no ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ), para requisitos com base no ganho médio diário de peso corporal (GMD), obteve-se a seguinte equação:  $GPCVZ = -0,864 + 1,138PCVZ$  ( $R^2 = 0,90$ ) (Tabela 5). A análise de regressão da composição corporal, em percentagem, como função do PCVZ apresentou efeito linear decrescente para percentagem de água ( $p = 0,099$ ) e efeito linear crescente para gordura ( $p = 0,005$ ), proteína ( $p = 0,391$ ) e energia ( $p < 0,001$ ).

**Tabela 5** – Equações de regressão para estimativa do peso de corpo vazio (PCVZ) em função do peso corporal (PC), ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) em função do ganho de peso corporal (GPC) e logaritmo dos conteúdos corporais em função do PCVZ de cordeiros Morada Nova

Variáveis	Equações de Regressão	r <sup>2</sup>	EPE	Pvalor
PCVZ	$PCVZ = -3,05 + 0,93*PC$	0,89	1,71	0,028
GPCVZ	$GPCVZ = -0,864 + 1,138*PCVZ$	0,90	1,41	<0,001
Proteína (g)	$\text{Log Prot.} = 2,012 + 1,263*\text{LogPCVZ}$	0,94	0,04	0,124
Gordura (g)	$\text{Log Gord.} = 0,545 + 2,927*\text{LogPCVZ}$	0,92	0,07	0,036
Energia (Mcal)	$\text{Log Ener.} = -0,642 + 2,927*\text{LogPCVZ}$	0,94	0,05	0,026
Água (%)	$\% \text{Água} = 81,855 - 1,16*PCVZ$	0,31	3,09	0,099
Gordura (%)	$\% \text{Gordura} = -0,766 + 1,06*PCVZ$	0,52	1,62	0,005
Proteína (%)	$\% \text{Proteína} = 13,589 + 0,309*PCVZ$	0,11	1,61	0,391
Energia (Mcal/kg PCVZ)	$\text{Energia} = 0,465 + 0,237*PCVZ$	0,77	0,218	<0,001

EPE = erro padrão estimado.

Os conteúdos de proteína, de gordura e de energia no corpo vazio do animal foram calculados conforme as equações apresentadas na Tabela 5. Na Tabela 6 observa-se aumento do conteúdo de proteína, de gordura e de energia no corpo vazio

dos animais quando o peso corporal aumentou de 15 para 30 kg, representando acréscimo de 8,5%, 56% e 28,6%.

**Tabela 6** – Estimativa das concentrações de proteína, de gordura e de energia, em função do peso de corpo vazio (PCVZ)

Peso vivo (kg)	PCVZ (kg)	Proteína (g/kg)	Gordura (g/kg)	Energia (Mcal/kg)
15	10,74	161,57	79,38	1,64
20	15,20	167,32	96,04	1,83
25	19,67	171,71	110,60	1,98
30	24,13	175,28	123,73	2,11

Conforme os resultados representados na Tabela 6, observou-se, para a concentração de proteína, aumento de 161,57 a 175,28 g/kg PCVZ, quando o peso dos animais aumentou de 15 para 30 kg de PC. Pires et al. (2000) também relataram aumento do conteúdo de PB no ganho de PCVZ de 163,28 a 214,66 g de PB/kg PCVZ para os cordeiros lanados. Os resultados obtidos diferem daqueles descritos pelo ARC (1980): 159-142 g de PB/kg PCVZ, para os cordeiros de 10 a 30 kg de PC. Gonzaga Neto et al. (2005) relataram valores de 176,43 a 173,50 g de PB/kg PCVZ para cordeiros de 15 a 25 kg de peso corporal e Regadas Filho et al. (2011), de 157,83 a 144,33 g de PB/kg PCVZ, quando os animais aumentaram o peso corporal de 15 a 30 kg.

Após derivar-se a equação logarítmica do conteúdo de proteína, de gordura e de energia no corpo vazio, em função PCVZ, obtiveram-se as equações para estimativas da deposição de proteína ( $140,035.PCVZ^{0,1}$ ,  $R^2 = 0,94$ ), de gordura ( $33,419.PCVZ^{0,548}$ ,  $R^2 = 0,94$ ) e de energia ( $1,021.PCVZ^{0,314}$ ,  $R^2 = 0,91$ ), por GPCVZ, nos diferentes pesos. O aumento do PC influenciou na deposição de proteína, de gordura e de energia em função do PCVZ (de 177,84 para 192,93, de 122,92 para 171,28 g/kg GPCVZ e de 2,15 para 2,60 Mcal/kg GPCVZ, respectivamente); (Tabela 7).

**Tabela 7** – Proteína, gordura e energia depositadas por kg de ganho de peso de corpo vazio (PCVZ) de cordeiros Morada Nova

Peso vivo (kg)	PCVZ (kg)	Proteína (g/kg)	Gordura (g/kg)	Energia (Mcal/kg)
15	10,74	177,84	122,92	2,15
20	15,20	184,16	148,73	2,40
25	19,67	189,00	171,28	2,60
30	24,13	192,93	191,61	2,78

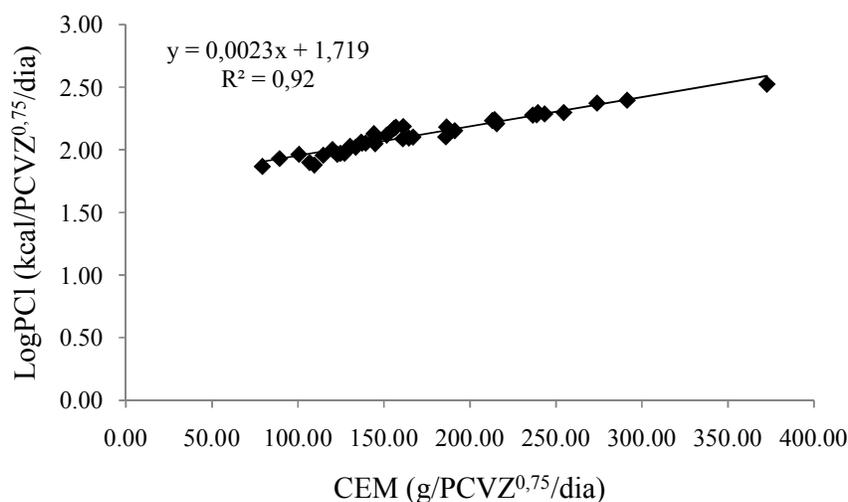
A exigência líquida de manutenção foi obtida por meio do intercepto da equação de regressão linear entre o CEM (kcal/kg PCVZ<sup>0,75</sup>/dia) e o PCI (kcal/kg PCVZ<sup>0,75</sup>/dia), quando extrapolado para um CEM igual a zero. A equação obtida foi  $\text{Log PCI (kcal/kg PCVZ}^{0,75}\text{/dia)} = 1,719 + 0,002\text{CEM}$ ; ( $R^2 = 0,92$ ;  $p \leq 0,001$ ; Desvio Padrão = 0,038) (Figura 1) e a ELM foi igual a 52,36 kcal/kgPCVZ<sup>0,75</sup>/dia. O valor obtido para ELM foi similar ao descrito por Galvani et al. (2009), Gonzaga Neto et al. (2005) e Regadas Filho et al. (2011) sendo 58,60; 52,49 e 50,72 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia, respectivamente.

Os valores da exigência de energia líquida para manutenção obtidos neste estudo foram próximos aos recomendados pelo NRC (1985) (56 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia), 19,36% abaixo do sugerido pelo ARC (1980), e 26,5% inferiores ao publicado no CSIRO (2007). De acordo com Silanikove (2000), caprinos criados no semiárido podem desenvolver mecanismos para diminuir seu metabolismo basal, reduzindo assim a sua ELM, o mesmo pode ocorrer com ovinos destas mesmas regiões, como os da raça utilizada neste trabalho.

A exigência líquida de manutenção também é influenciada pelas condições fisiológicas da idade, do grau de atividade física e da temperatura (NRC, 2007) e, ainda, pode ser mais influenciada pela composição corporal, pois a atividade metabólica é mais intensa no tecido muscular do que no tecido adiposo (GARRET, 1980). Estima-se que 50% da exigência de manutenção seja utilizada para o processo de reciclagem de proteína e transporte de íons através das membranas (BALDWIN et al., 1980).

Corbett e Ball (2002) relataram que a manutenção é a manutenção do peso corporal dos animais. Assim, o ganho ou perda de energia e de nutrientes a partir dos tecidos como um todo é zero. Não existe um índice único e universal que defina a categoria de manutenção. O peso corporal constante não implica em alterações nos tecidos do corpo igual a zero, nem significa que há um conteúdo constante de proteína, de gordura ou de qualquer outro constituinte do corpo. Embora quaisquer umas dessas condições ou de crescimento sejam mutuamente exclusivas, na prática, uma parte dos nutrientes das rações em um animal alimentado para a produção de carne ou de lã, ou para reprodução, é vista como sendo necessária para atender às demandas de energia e de nutrientes de manutenção. Essas demandas são consideradas como os custos indiretos de produção ou os custos do metabolismo basal.

A exigência líquida de proteína para manutenção (PLm) foi estimada como sendo o intercepto negativo da equação de regressão com o consumo de nitrogênio (CN) (g/kg PC<sup>0,75</sup>/dia), em função da retenção diária de nitrogênio (NR) (g/kg PC<sup>0,75</sup>/dia), multiplicado pelo fator 6,25. Embora este método seja o mais amplamente utilizado para estimar as exigências de proteína para manutenção, não se considera a perda de nitrogênio através do pelo e da descamação dérmica. Portanto, a exigência de proteína para manutenção é subestimada.



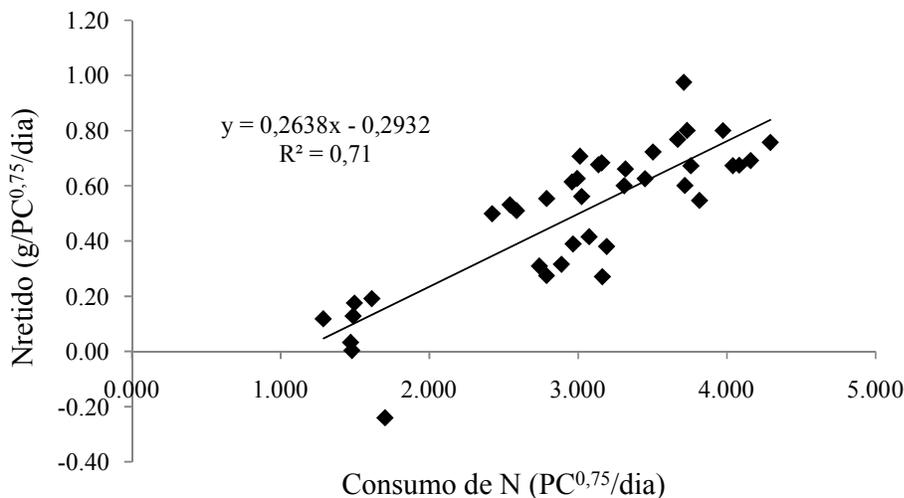
**Figura 1** - Logaritmo da produção de calor (kcal/kg<sup>0,75</sup> do PCVZ), em função da ingestão diária de energia metabolizável (EM) (kcal/kg<sup>0,75</sup> do PCVZ)

A equação obtida foi:  $NR (g/kgPC^{0,75}/dia) = -0,263 + 0,293CN (g/kgPC^{0,75}/dia)$  ( $R^2 = 0,71$ ,  $p \leq 0,011$ ) e com base nesta equação determinou-se a exigência dietética para manutenção igual a 1,11 g de N/kgPC<sup>0,75</sup>/dia (Figura 2). A excreção diária de N foi estimada em 293,17 mg de N/kgPC<sup>0,75</sup>/dia e a PLm foi estimada em 1,83 g de PB/kgPC<sup>0,75</sup>/dia.

Silva et al. (2003) relataram valor de 1,56 g de PB/kgPC<sup>0,75</sup>/dia para cordeiros Ile de France×Polwarth. Para cordeiros da raça Santa Inês, o valor citado por estes autores (2,02 g de PB/kgPC<sup>0,75</sup>/dia) foi 29% acima do obtido neste trabalho. Gonzaga Neto et al., (2005) estimaram o valor de PLm igual a 2,07 g de PB/kgPC<sup>0,75</sup>/dia para cordeiros Morada Nova, e Regadas Filho et al. (2011) reportaram, para cordeiros Santa Inês, o valor de PLm igual a 1,73 g de PB/kgPC<sup>0,75</sup>/dia.

De acordo com ARC (1980), a exigência líquida de proteína é tida como equivalente à quantidade de proteína no equilíbrio das perdas de N urinário, fecais e

dérmicas, exceto para cordeiros em crescimento, para os quais não se estima as perdas dérmicas. Assim, as perdas endógenas de N urinário são equivalentes ao mínimo da perda de N resultante da recuperação ineficiente de compostos nitrogenados vindos dos tecidos do corpo e das reações metabólicas.



**Figura 2** – Nitrogênio retido no peso de corpo vazio (PCV) de cordeiros Morada Nova, em função do nitrogênio ingerido

O AFRC (1992) estima as perdas endógenas em 350 mg de N/kgPC<sup>0,75</sup>/dia, o que corresponde a uma PLm de 2,18 g de PB /kgPC<sup>0,75</sup>/dia, sendo 16% maior que o valor obtido neste estudo. Esta discrepância é parcialmente relacionada às diferenças nas metodologias experimentais. Neste estudo, as perdas endógenas de N foram estimadas pela regressão entre NR e CN. Entretanto, o valor relatado pelo AFRC (1992) foi baseado em dados de estudos com animais alimentados por infusões intragástricas, que podem superestimar os requisitos mínimos de proteína para animais alimentados normalmente, porque lhes falta uma população microbiana verdadeiramente funcional e, conseqüentemente, não há praticamente nenhuma conservação de proteína por captura microbiana de N reciclado para o rúmen (CSIRO, 2007).

A variação nos valores de exigências de proteína para manutenção pode ser considerada como reflexo de diferentes taxas de eficiência de utilização dos aminoácidos pelos tecidos e na relação entre síntese e degradação (turnover). Estes fatores podem ocasionar maior ou menor perda de N na urina, principalmente na forma de ureia, creatinina, bilirubina, alantoína, ácido hipúrico, ácido úrico e 3-metil-histidina (NRC, 2007).

Com base nas estimativas da deposição de proteína e de energia em g/kg GPCVZ (Tabela 7), e no fator de 1,28 (obtida a partir da razão PC/PCVZ), foram estimadas as exigências líquidas de proteína (PLg) e de energia (ELg) para ganho em peso (Tabela 8). As exigências líquidas de proteína para ganho em peso de 100 g de peso corporal apresentaram variação de 8,5%, em virtude do aumento de peso corporal, com média de 14,53 g de proteína para cordeiros de 15 a 30 kg de peso corporal, valor 51% abaixo do valor relatado por Gonzaga Neto et al. (2005). De acordo com a equação descrita no AFRC (1993), o valor de exigências de proteína líquidas para ganho de 200 g/dia para cordeiros com 20 kg de peso corporal é de 28,04 g de proteína/dia, próximo ao obtido neste estudo, que foi de 28,78 g de proteína/dia.

**Tabela 8** – Estimativa das exigências líquidas de proteína (PLg) e de energia (ELg) para ganho de peso vivo de cordeiros Morada Nova

Peso Corporal (kg)	Ganho Diário (g)				
	100	150	200	250	300
	Proteína (g/animal/dia)				
15	13,89	20,84	27,79	34,73	41,68
20	14,39	21,58	28,78	35,97	43,16
25	14,77	22,15	29,53	36,91	44,30
30	15,07	22,61	30,14	37,68	45,22
	Energia (Mcal/animal/dia)				
15	0,17	0,25	0,34	0,42	0,50
20	0,19	0,28	0,38	0,47	0,56
25	0,20	0,31	0,41	0,51	0,61
30	0,22	0,33	0,43	0,54	0,65

Os requisitos de energia líquida variaram com o aumento do peso corporal (0,17 a 0,22 Mcal/animal/dia para cordeiros de 15 para 25 kg) e ganhos diários de 100 g. Gonzaga Neto et al. (2005) estimaram a exigência de energia líquida para cordeiro com 15 kg de ganho de peso de 100 g/dia igual a 0,33 Mcal/dia. Este valor foi 48,48% maior que o descrito neste estudo, que pode ser atribuído a métodos ou genótipos diferentes.

## CONCLUSÃO

Os teores de proteína, de gordura e de energia no corpo dos animais aumentaram com o aumento do peso corporal.

A exigência líquida de energia para manutenção foi igual a 52,36 kcal/kgPCVZ<sup>0,75</sup>/dia.

A exigência líquida de proteína para manutenção foi igual a 1,83 g de PB/kgPC<sup>0,75</sup>/dia.

As exigências líquidas de energia e de proteína para ganho em peso de 200 g/dia, tendo o animal 20 kg de peso corporal, foram de 28,78 g de proteína e 0,38 Mcal por dia, respectivamente.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC, Technical Committee on Responses to Nutrients. Report No. 9. Nutritive requirements of ruminant animal: protein. **Nutrition Abstracts and Reviews**, Series B, v.62, n.12, p.787–835, 1992.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: CAB International, 1993. 159p.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The Nutrient Requirements of Ruminant livestock**. CABI International, Slough, UK, 1980.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of AOAC international**. 14.ed. Washington, DC.: 1990. 1094p.

BALDWIN, R.L.; SMITH, N.E.; TAYLOR, J.; SHARP, M., Manipulating metabolic parameters to improve growth rate and milk secretion. **Journal of Animal Science**, v.51, n.6, p.1416-1428, 1980.

CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, J.C.; HENRIQUES, L.T.; FREITAS, S.G.; PAULINO, M.F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.

CORBETT, J.L., BALL, A.J., 2002. Nutrition for maintenance, in: FREER, M., DOVE, H. (Eds.), **Sheep Nutrition**. CAB International, Wallingford, Oxon, UK, pp.143-163.

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION – CSIRO. **Feeding Standards for Australian Livestock: Ruminants**. CSIRO Publishing, Melbourne, Australia, 226pp, 1990.

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION – CSIRO. **Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants**. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia, 296 pp. 2007.

FERNANDES, A.A.O.; BUCHANAN, D.; VILLARROEL, A.B.S. Avaliação dos fatores ambientais no desenvolvimento corporal de cordeiros deslanados da raça Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1460-1465, 2001.

GALVANI, D.B.; PIRES, C.C.; KOZLOSKI, G.V.; SANCHEZ, L.M.B. Protein requirements of Texel crossbred lambs. **Small Ruminant Research**, v.81, n.1, p.55-62, 2009.

GARRETT, W.N. Factors influencing energetic efficiency of beef production. **Journal of Animal Science**, v.51, n.6, p.1434-1440, 1980.

GONZAGA NETO, S.; SILVA SOBRINHO, A.G.; RESENDE, K.T.; ZEOLA, N.M.B.L.; SILVA, A.M.A.; MARQUES, C.A.T.; LEÃO, A.G. 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. (supl.)

HALL, M. B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. Bulletin No. 339, University of Florida, Gainesville, USA, 2000.

HUNTINGTON, G.B.; ARCHIBEQUE, S.L. Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. In: **Proceedings of the American Society of Animal Science**, 1999. E22, 11pp, 1999.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.

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

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**. v.85, p.1217-1240, 2002.

NUTRITION RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Sheep**, 6.th. National Academy Press, Washington, DC, 99pp, 1985.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 8th edn. National Academy Press, Washington, DC, USA, 2000.

NUTRITION RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and NewWorld Camelids**. National Academy Press, Washington, DC, 384 pp., 2007.

PIRES, C.C.; SILVA, L.F.; SANCHEZ, L.M.B. Composição corporal e exigências nutricionais de energia e proteína para cordeiros em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.853-860, 2000. (supl. 2)

REGADAS FILHO, J.G.L.; PEREIRA, E.S.; VILLARROEL, A.B.S.; PIMENTEL, P.G.; MEDEIROS, A.N.; FONTENELE, R.M.; MAIA, I.S.G. Composição corporal e exigências líquidas proteicas de ovinos Santa Inês em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, p.1339-1346, 2011.

RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G.; VAN SOEST, P.J.; SNIFFEN, C.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3351-3561, 1992.

SAS, 2003. **SAS System for Windows**, Release 9.1 (TS1M3). SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA.

SILANIKOVE, N. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. **Small Ruminant Research**, v.35, n.3, p.181-193, 2000.

SILVA, A.M.A.; SILVA SOBRINHO, A.G.; TRINDADE, I.A.C.M.; RESENDE, K.T.; BAKKE, O.A., Net requirements of protein and energy for maintenance of wool and hair lambs in a tropical region. **Small Ruminant Research**, v.49, n.2, p.165-171, 2003.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D.G., RUSSELL, J.B.A. net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

SOUZA, L.A.; CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M.; PAIVA, S.R.; CAIRES, D.N.; BARRETO, D.L.F. Curvas de crescimento em ovinos da raça morada nova criados no estado da Bahia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.8, p.1700-1705, 2011.

TURNER, H.G.; TAYLOR, C.S. Dynamic factors in models of energy utilization with particular reference to maintenance requirement of cattle. **World Review of Nutrition and Dietetics**, v.42, p.135–190, 1983.

VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Cornell University, Ithaca, USA, 1985.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. p. 176-185 in Proc. of **Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers**, Cornell University, Ithaca, USA, 1999.

WEST, J.W. Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow. **Journal of Animal Science**, v.77, suppl. 2, p.21–35, 1999.

## CAPÍTULO 3

---

**Eficiência de utilização da energia metabolizável, exigências dietéticas e avaliação do modelo *Small Ruminant Nutrition System* para cordeiros Morada Nova**

## **Eficiência de utilização da energia metabolizável, exigências dietéticas e avaliação dos modelo *Small Ruminant Nutrition System* em cordeiros Morada Nova**

### **RESUMO**

Este estudo foi realizado para estimar a eficiência da utilização da energia metabolizável para manutenção (km) e ganho em peso (kg), as exigências de energia metabolizável (EM), nutrientes digestíveis totais (NDT) e proteína metabolizável para manutenção e ganho em peso de cordeiros Morada Nova, bem como avaliar o modelo do Small Ruminant Nutrition System (SRNS) para prever o consumo de matéria seca (CMS) e ganho de peso médio diário (GMD). Foram utilizados 48 cordeiros Morada Nova, não castrados, com idade média de 60 dias e peso corporal médio de  $12,05 \pm 1,81$  kg. Após 10 dias de adaptação, oito animais foram abatidos e utilizados como referência para determinação do peso de corpo vazio (PCVZ) inicial, como também da composição corporal inicial dos animais remanescentes, os quais foram distribuídos em um delineamento de blocos casualizados com cinco tratamentos, sendo estes constituídos por diferentes níveis de energia metabolizável (EM) nas rações (0,96; 1,28; 1,72; 2,18 e 2,62 Mcal / kg de MS), com oito repetições. Os animais foram abatidos quando a média do grupo atingiu 25 kg de PC. Para avaliação do modelo SRNS foi realizado o ajuste do modelo de regressão linear simples entre os valores preditos e observados para CMS e GMD. A eficiência de utilização da EM para o nível de manutenção (0,96 Mcal/kg MS) foi 0,24 e para os demais tratamentos houve um decréscimo do kg para os demais níveis de EM das rações (de 0,60 para 0,40). As exigências de EM para manutenção em cordeiros Morada Nova com 20 kg de PC foi de 0,56 Mcal/kg de PCVZ, enquanto as exigências de proteína metabolizável e NDT para cordeiros com 20 kg de PC e um GMD de 200g foi de 74,86 g/dia e 0,32 kg/dia, respectivamente. O CMS e GMD predito pelo modelo SRNS não diferiu ( $p \leq 0,005$ ) dos valores observados. Os requerimentos nutricionais de proteína e de energia metabolizável para cordeiros Morada Nova são semelhantes aos valores recomendados nas tabelas internacionais de sistemas de alimentação. O SRNS pode ser utilizado para estimar o CMS e o GMD de cordeiros Morada Nova em confinamento.

**Palavras-chave:** metabolizabilidade, proteína bruta, requerimento nutricional

## **Efficiency of utilization of metabolizable energy, dietetic requirements and evaluation of Small Ruminant Nutrition System model in Morada Nova sheep**

### **ABSTRACT**

This study was carried out to estimate efficiencies of the utilization of metabolizable energy for maintenance (km) and weight gain (kg), the requirements of metabolizable energy (ME), total digestible nutrients (TDN) and metabolizable protein for maintenance of Morada Nova lambs, as well as evaluate the Small Ruminant Nutrition System (SRNS) model for predict dry matter intake (DMI) and average daily gain (ADG). Forty-eight non-castrated Morada Nova sheep, at 60 days of age and with average body weight of  $12.05 \pm 1.81$  kg, respectively, were used. After a 10-day adaptation period, eight animals were slaughtered to be used as reference for estimating initial empty body weight and body composition of the other animals. The remaining animals were distributed in a random block design, with the treatments consisting of diets containing different levels of metabolizable energy (0.96; 1.28; 1.72; 2.18 and 2.62 Mcal/kg of DM), with eight replicates. The animals were slaughter when the mean of group reach 25 kg of body weight. Evaluation of the SRNS model was performed by adjustment of simple linear regression model between the predicted and observed values for DMI and ADG. The efficiency of ME utilization for the maintenance level (0.96 Mcal/kg DM) was 0.24, and for the other treatments decreased with increased kg of feed energy (0.60 to 0.40). The ME requirement for maintenance of an Morada Nova lamb of 20 kg BW is 0.56 Mcal/empty body weight, while the total metabolizable protein and total digestible nutrient requirements of an animal of 20 kg BW and ADG of 200 g is 74.86 g/day and 0.32 kg/day, respectively. The DMI and ADG predicted by the model SRNS did not differ ( $P \leq 0.05$ ) from the observed values. The nutritional requirements of metabolizable protein and energy for Morada Nova lambs are similar to the international recommended values in tables of feed systems. The SRNS can be used to estimate DMI and ADG in feedlot Morada Nova lambs.

**Keywords:** crude protein, metabolizability, nutritional requirement

## INTRODUÇÃO

Os sistemas de alimentação de pequenos ruminantes são, em grande parte, baseados em tabelas e equações empíricas desenvolvidas nas condições produtivas do país de origem do sistema (CSIRO, 1990; NRC, 2000; FOX et al., 2004; CANNAS et al., 2004; CANNAS et al., 2007; NRC, 2007). No Brasil, alguns estudos têm sido realizados para avaliar as exigências nutricionais de cordeiros e a utilização dos nutrientes da dieta (SILVA et al., 2003; GONZAGA NETO et al., 2005; SILVA et al., 2007; SILVA et al., 2010; REGADAS FILHO et al., 2011).

O conhecimento da eficiência de utilização da energia para os diferentes processos é um elemento essencial para determinar os requisitos dietéticos de energia, uma vez que este é obtido a partir da razão dos requisitos de energia líquida e sua eficiência de utilização (NRC, 2000, PAULINO et al., 2004).

Com base na eficiência de utilização da energia metabolizável (k) da dieta, torna-se possível determinar as exigências de energia metabolizável (EM) e nutrientes digestíveis totais (NDT). A eficiência de utilização da energia metabolizável para pequenos ruminantes tem grande variação nos valores devido às diferentes metodologias de estimativas entre os principais sistemas de avaliação de alimentação e exigências nutricionais.

O INRA (1978) e AFRC (1993) estimaram a eficiência de utilização de EM a partir de equações que fazem uso de metabolizabilidade (qm) das dietas como variáveis independentes, onde qm é determinado como a relação entre EM e energia bruta (EB) das dietas.

O *Cornell Net Carbohydrate and Protein System – Sheep* (CNCPS – S, 2004) e NRC (2007) descreveram a utilização da eficiência de energia metabolizável por meio de equações propostas por Garrett (1980b).

Os estudos desenvolvidos com ovinos no Brasil têm utilizado as equações descritas no AFRC (1993) para estimar eficiência de utilização da energia metabolizável, mas alguns autores determinaram a obtenção dos valores de k a partir dos dados experimentais (REGADAS FILHO et al., 2011), utilizando para isso o processo iterativo para estimar a km ou o coeficiente de inclinação da reta entre o consumo de energia metabolizável e a energia retida no corpo do animal.

O uso de modelos mecanicistas para avaliação de alimentos e exigências nutricionais de ruminantes (CANNAS et al., 2004; CANNAS et al., 2007) visa

melhorar a avaliação das dietas completas, minimizar as perdas de nutrientes e o impacto ambiental, além de procurar maximizar a eficiência de utilização dos alimentos pelos animais. Desta forma, torna-se importante a precisa avaliação dessas estimativas para grupos genéticos criados em regiões semiáridas. A melhor maneira de verificar a aplicabilidade desses sistemas é comparando as predições com os resultados diretamente observados em ensaios com os animais (REGADAS FILHO et al., 2011).

Este trabalho tem como objetivo determinar a eficiência de utilização da energia metabolizável, as exigências de proteína metabolizável e os nutrientes digestíveis totais para manutenção e ganho em peso, como também validar a aplicação do SRNS para cordeiros Morada Nova.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no Setor de Digestibilidade do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza, CE no período de fevereiro a junho de 2010.

Utilizaram-se 48 cordeiros da raça Morada Nova, não castrados, com aproximadamente dois meses de idade e peso corporal (PC) médio inicial de  $12,05 \pm 1,81$  kg. Inicialmente, todos os animais foram pesados, identificados, vermifugados e alocados em baias individuais equipadas com comedouro e bebedouro individuais. Após um período de adaptação de 10 dias, oito animais escolhidos aleatoriamente foram abatidos, sendo considerados como grupo referência, a fim de, com base em seus pesos de corpo vazio (PCVZ) e composição corporal, estimar o PCVZ e a composição corporal dos 40 animais remanescentes.

Os animais remanescentes foram distribuídos em cinco tratamentos (0,96; 1,28; 1,72; 2,18 e 2,62 Mcal/kg MS) obtidos a partir de diferentes relações volumoso:concentrado (95:5, 80:20, 60:40, 40:60 e 20:80) em delineamento de blocos ao acaso, com oito repetições. Como volumoso utilizou-se o feno de capim-Tifton 85 e as rações concentradas foram compostas por milho em grão moído, farelo de soja, ureia, cloreto de sódio, calcário calcítico, fosfato bicálcico e premix mineral.

As rações experimentais foram formuladas conforme recomendações do NRC (2007). Os animais foram alimentados duas vezes por dia (às 8h e 16h) à vontade, permitindo sobras de até 10%. As rações foram fornecidas na forma mistura total

(volumoso + ração concentrada). O consumo de matéria seca (MS) foi determinado pela diferença entre o peso do ofertado e das sobras, as quais foram coletadas e pesadas diariamente antes do fornecimento do alimento. Ao final de cada semana, as amostras foram misturadas, formando uma amostra composta animal/tratamento. Todos os dados foram registrados em planilhas de controle diário e as amostras e sobras dos alimentos foram congeladas para posterior análise química.

Para determinação da energia metabolizável (EM) das rações realizou-se um ensaio de digestibilidade, utilizando-se a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como marcador interno visando estimar a excreção de matéria seca fecal como descrito por Casali et al., (2008). As amostras de fezes foram coletadas diretamente da ampola retal durante todo o período experimental, a cada 15 dias. As coletas aconteceram durante três dias consecutivos, em horários diferentes: às 8 horas no primeiro dia, às 12 horas no segundo dia e às 16 horas no terceiro dia.

Os teores de FDNi das amostras moídas de fezes, sobras, volumoso e concentrados foram obtidos por meio dos resíduos da incubação *in situ* durante um período de 240 horas no rúmen de um bovino adulto. Quando retirados do rúmen, os sacos de náilon foram lavados em água corrente até total clareamento da água. Posteriormente, foram submersos em solução de detergente neutro (VAN SOEST e ROBERTSON, 1985) a 100°C durante uma hora. Em seguida foram lavados com água fervente e depois com acetona. Para completa secagem, os sacos foram colocados em estufa de ventilação forçada a 55°C, durante 24 horas, depois foram pesados e o resíduo foi considerado como sendo a fração de FDNi (CASALI et al., 2008).

Para determinação dos conteúdos de energia digestível (ED), utilizou-se a relação em que 1 kg de NDT corresponde a 4,409 Mcal de ED, e, para se estimar a EM considerou-se uma eficiência de utilização da ED de 82% (NRC, 2000).

As amostras do volumoso, das rações concentradas e as amostras compostas das sobras foram pré-secas a  $55 \pm 5^\circ\text{C}$ , durante 72 horas, em estufa de ventilação forçada, em seguida, moídas em moinho de facas com peneira de 1 mm (Moinho tipo Wiley moinho, Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA, EUA). Todas as amostras foram analisadas para os teores de matéria seca (MS; AOAC, 1990; método número 930,15), cinzas (AOAC, 1990; método número 924,05), proteína bruta (PB; AOAC, 1990; método número 984,13), extrato etéreo (EE; AOAC, 1990; método número 920,39) e fibra em detergente ácido (FDA; VAN SOEST et al., 1991). Para análise da fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram tratadas com alfa amilase termoestável,

sem o uso de sulfito de sódio, corrigida para a cinza residual (MERTENS, 2002) e para nitrogênio (LICITRA et al., 1996).

O teor de carboidratos totais (CT) foi calculado de acordo com Sniffen et al., (1992):  $CT (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas)$ . Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados a partir da equação adaptada de Weiss (1999):  $CNF (\%) = 100 - (\%FDNcp + \%PB + \%EE + \%cinzas)$ . Para os concentrados, em virtude da presença de ureia em sua composição, o teor de CNF foi calculado de acordo com a equação descrita por Hall (2000):  $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivada da ureia} + \% \text{ de ureia}) + \%FDNcp + \%EE + \%cinzas]$ .

As composições dos ingredientes, das rações concentradas e das rações experimentais estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1** – Composição químico bromatológica dos ingredientes, feno de capim-Tifton 85 e dos concentrados utilizados nas dietas experimentais em g/kg

Componentes	Milho moído	Farelo soja	Feno Tifton	Conc. 1	Conc.2	Conc.3	Conc.4	Conc.5
MS	891,0	951,8	953,6	967,0	962,4	954,3	958,3	947,3
MO	879,3	885,7	873,8	930,4	889,2	911,9	919,5	903,2
PB	91,4	546,3	78,9	298,6	525,5	279,3	221,3	188,9
EE	53,9	29,1	14,6	25,4	29,7	36,7	34,2	30,8
MM	11,7	66,1	79,8	36,6	73,2	42,4	38,8	44,1
FDN	176,6	154,3	754,0	128,7	132,0	142,9	140,6	145,8
FDA	82,8	145,4	447,2	96,7	75,2	44,0	48,6	47,2
LIG	8,1	37,3	51,2	9,5	13,8	16,4	18,9	19,4
CEL	24,1	55,3	304,4	35,7	72,0	33,7	33,5	35,3
HEM	93,8	8,9	306,8	32,0	56,8	98,9	92,0	98,6
CT	842,9	358,4	826,7	675,1	393,6	662,0	680,6	693,7
CF	138,8	104,2	701,3	96,0	99,5	110,7	95,3	104,0
CNF	704,1	254,2	125,3	579,1	294,1	551,3	585,3	589,7

MS = Matéria Seca, MO = Matéria Orgânica, PB = Proteína Bruta, EE = Extrato Etéreo, MM = Matéria Mineral, FDN = Fibra em Detergente Neutro, FDA = Fibra em Detergente Ácido, LIG = Lignina, CEL = Celulose, HEM = Hemicelulose, CT = Carboidratos Totais, CF = Carboidratos Fibrosos, CNF = Carboidratos Não Fibrosos.

**Tabela 2**– Composição químico-bromatológica das rações experimentais em g/kg

Composição percentual	Níveis de EM (Mcal/kgMS)				
	0,96	1,28	1,72	2,18	2,62
Feno de Tifton 85	95	80	60	40	20
Concentrado	5	20	40	60	80
Milho moído	626,3	158,7	694,5	724,6	756,1
Farelo de soja	326,2	806,5	285,3	248,8	225,9
Ureia <sup>1</sup>	37,7	30,0	12,5	11,2	5,1
Calcário	-	-	-	5,4	6,6
Fosfato bicálcico	-	-	-	-	0,7
Cloreto de sódio	8,6	4,0	7,0	9,3	5,0
Premix mineral <sup>2</sup>	1,2	0,8	0,7	0,7	0,6

Variáveis	Componentes químico bromatológicos				
	g/kgMS				
MS	954,3	955,4	953,9	956,4	951,2
MO	916,3	876,9	889,1	901,2	900,0
MN	38,0	78,5	64,8	55,2	51,2
PB	89,9	168,2	159,1	164,4	166,9
EE	24,9	26,7	27,9	22,4	27,6
FDN	722,5	629,6	509,6	386,0	267,4
FDA	429,6	372,8	285,9	208,0	127,2
Lignina	49,1	43,7	37,3	31,8	25,8
Celulose	293,2	259,8	197,6	142,8	89,6
Hemicelulose	293,0	256,8	223,7	178,0	140,2
CF	671,1	581,0	465,1	337,7	223,5
CT	817,3	735,7	764,6	754,0	746,3
CNF	146,2	154,7	299,5	416,3	522,8
NDT	280,1	344,6	453,9	593,9	723,6
NDT:PB	3,12	2,04	2,85	3,61	4,33

<sup>1</sup>Composição centesimal em relação a porção do concentrado das dietas.

MS = Matéria Seca, MO = Matéria Orgânica, PB = Proteína Bruta, EE = Extrato Etéreo, MM = Matéria Mineral, FDN = Fibra em Detergente Neutro, FDA = Fibra em Detergente Ácido, CT = Carboidratos Totais, CF = Carboidratos Fibrosos, CNF = Carboidratos Não Fibrosos, NDT = Nutrientes Digestíveis Totais.

<sup>2</sup>Composição centesimal em relação a porção do concentrado das dietas.

<sup>2</sup>Composição: Ca - 7.5%; P - 3%; Fe - 16.500 ppm; Mn - 9.750 ppm; Zn - 35.000 ppm, I - 1.000 ppm; Se - 225 ppm; Co - 1.000 ppm.

As eficiências de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho em peso foram estimadas conforme a equação descrita pelo AFRC (1993):

$$km = 0,503 + 0,35 \times qm$$

$$kg = 0,006 + 0,78 \times qm$$

$$qm = EM/EB$$

O valor de km também foi estimado a partir do método iterativo para comparação com o valor estimado pelas equações de AFRC (1993). As concentrações de energia líquida dietética foram calculadas de acordo com Harris (1970). O consumo de MS para manter o equilíbrio de energia foi calculado dividindo-se a exigência de energia metabolizável para manutenção (EMm) pela concentração de EM da dieta, sendo

a EMm a relação entre energia líquida de manutenção (ELm) dividida pelo km encontrado pelo método iterativo.

A concentração de energia líquida de cada dieta para manutenção (ELm) foi obtida dividindo-se a produção de calor em jejum (52,36 kcal/kg PCVZ<sup>0,75</sup>/dia) pelo consumo de MS, para manter o equilíbrio de energia, expresso em g de MS/kg PCVZ<sup>0,75</sup>/dia; enquanto o consumo de MS acima das necessidades de manutenção foi obtido subtraindo-se do consumo total de MS (g MS/kg PCVZ<sup>0,75</sup>) o consumo de MS suficiente para o equilíbrio de energia (g MS/kg PCVZ<sup>0,75</sup>) para cada ração experimental.

Adotaram-se as eficiências de uso da proteína metabolizável para manutenção (kpm) e ganho (kpg) recomendadas pelo AFRC (1993) igual a 1 e 0,59, respectivamente. Para a conversão da exigência de proteína metabolizável em proteína bruta, devido à falta de dados de estudos com ovinos, neste estudo utilizaram-se as equações descritas por Marcondes et al., (2010) para bovinos.

Para a conversão das exigências energéticas líquidas de PCVZ em exigências energéticas líquidas de PC foram realizados ajustes de equações de regressão linear entre o GPCVZ e o GPC e entre o PCVZ e o PC de todos os animais experimentais. Para a equação de regressão linear entre PCVZ e PC, além dos animais experimentais, foram utilizados também os animais referência.

Com base nos valores de CMS coletados diariamente e nas pesagens dos animais gerou-se uma equação múltipla para estimar o CMS em função do ganho de peso corporal (GPC) e do peso corporal metabólico (PC<sup>0,75</sup>).

Para avaliação do modelo SRNS foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson (r) entre os valores preditos e observados para CMS e GMD, ajustando-se a equação de regressão linear entre os valores preditos (variável independente) e observados (variável dependente).

Os parâmetros da equação foram testados juntos, na seguinte hipótese, pelo teste F:

$$\begin{array}{ll} H_0: \beta_0 = 0 & H_0: \beta_1 = 1 \\ H_0: \beta_0 \neq 0 & H_0: \beta_1 \neq 1 \end{array}$$

Quando da não rejeição de ambas as hipóteses de nulidade, os valores preditos e observados são considerados semelhantes, caso contrário à tendência do modelo em subestimar ou superestimar o CMS ou GPC, obtidos por meio da divisão da diferença

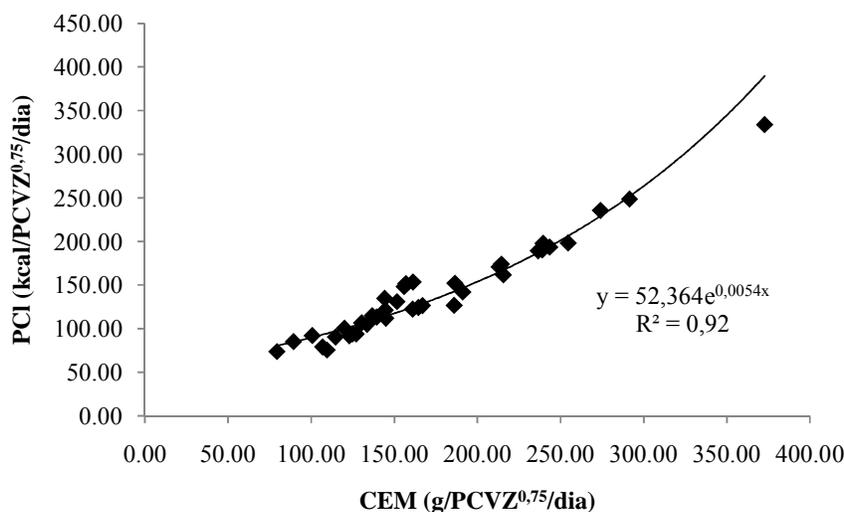
das médias da variável Y e X, pela média da variável X, conforme descrito por Tedeschi et al., (2000).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com cinco tratamentos e oito repetições de acordo com o modelo matemático  $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + e_{ij}$ , onde  $Y_{ij}$  = valor observado no tratamento i, bloco j;  $\mu$  = média geral da população;  $\alpha_i$  = efeito do tratamento,  $i = 1, 2, 3, 4, 5$ ;  $\beta_j$  = efeito do bloco,  $j = 1, 2$ ,  $e_{ij}$  = erro padrão.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se GLM PROC da versão SAS 9.0 (SAS, 2003). Os efeitos de graus linear e quadrático foram obtidos após a análise de variância ao nível de significância de 5%, observada nos ajustes das equações de regressão pelo PROC REG SAS (9,0).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a equação exponencial entre a produção de calor (PCI) e o consumo de energia metabolizável (CEM) (Figura 1), o requerimento líquido de energia para manutenção (ELm) foi de 52,36 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia. Considerando-se a equação:  $PCI = 52,364.e^{0,0054.CEM}$ , por meio do método iterativo, determinou-se o ponto em que a produção de calor é igual ao consumo de energia, obtendo-se o valor de 81,00 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia, sendo este valor considerado o requerimento de energia metabolizável para manutenção (EMm).



**Figura 1** – Relação exponencial entre produção de calor (PCI) e consumo de energia metabolizável (CEM)

Ao utilizar o método proposto por Harris (1970), o valor de km obtido por meio da relação E<sub>Lm</sub>/E<sub>Mm</sub> foi igual a 0,646. Quando utilizado o valor de E<sub>Mm</sub>, determinado pelo método iterativo, obtém-se um km de 0,646 (52,36/81,00). Este valor aproxima-se do recomendado pelo SRNS, que é igual a 0,644.

Utilizando-se a equação descrita pelo AFRC (1993), que sugere o cálculo de km a partir da metabolizabilidade (qm) da dieta, foram obtidos os valores de 0,59; 0,60; 0,61 e 0,63 para os níveis 1,28; 1,72; 2,18 e 2,62 Mcal/kg MS (Tabela 3), respectivamente.

Este resultado corrobora com os valores encontrados por Gonzaga Neto et al., (2005), que relataram um aumento do km de 0,66 para 0,68, com um incremento energético na ração de cordeiro Morada Nova. Do mesmo modo, Regadas Filho et al., (2011) observaram uma elevação do km de 0,68 para 0,73 com o aumento nos níveis de EM em rações de ovinos Santa Inês.

**Tabela 3** – Nutrientes digestíveis totais (NDT), consumo de matéria seca para manutenção (CMS<sub>m</sub>) e ganho (CMS<sub>g</sub>), concentrações de energia líquida de manutenção (E<sub>Lm</sub>) e ganho (E<sub>Lg</sub>) da dieta, metabolizabilidade (qm) e eficiências de uso da energia metabolizável para manutenção (km) e ganho (kg)

Variáveis	Níveis de EM Mcal/kgMS				
	0,96	1,28	1,72	2,18	2,62
NDT (%)	28,01	34,46	45,39	59,39	72,36
CMS <sub>m</sub> (g/kg PCVZ <sup>0,75</sup> )	84,38	63,28	47,09	37,16	30,92
CMS <sub>g</sub> (g/kg PCVZ <sup>0,75</sup> )	30,48	13,40	12,47	38,75	37,99
E <sub>Lm</sub> (Mcal/kg MS)	0,62	0,83	1,11	1,41	1,69
E <sub>Lg</sub> (Mcal/kg MS)	0,23	0,77	1,20	1,08	1,28
qm <sup>1</sup>	0,44	0,25	0,29	0,30	0,36
km <sup>2</sup>	0,64	0,64	0,64	0,64	0,64
kg <sup>2</sup>	0,24	0,60	0,70	0,50	0,49
kg <sup>3</sup>	0,35	0,20	0,23	0,24	0,28
km <sup>3</sup>	0,66	0,59	0,60	0,61	0,63

<sup>1</sup> - Metabolizabilidade da dieta.

<sup>2</sup> - Calculado conforme Harris (1970).

<sup>3</sup> - Calculado conforme AFRC (1993).

A síntese de proteína é energeticamente menos eficiente que a deposição de gordura, o que se deve ao fato de o processo de síntese e degradação “turnover” da proteína corporal reduzir a eficiência energética de seu acúmulo (GARRETT, 1980; GEAY, 1984; OWENS et al., 1995). A deposição de gordura em níveis elevados,

como observada em animais precoces, pode reduzir a eficiência global do uso da energia metabolizável para ganho, devido à elevada exigência de energia para ganho com relação à mesma quantidade de massa corporal em comparação com os animais tardios (REGADAS FILHO et al., 2011). Em animais adaptados a regiões onde existe sazonalidade de oferta de alimentos, a elevada deposição de gordura corporal é uma necessidade biológica, pois é desta maneira que o corpo armazena gordura como fonte de reserva energética, sendo este fato essencial para manutenção da vida destes animais, o que pode explicar a diminuição da eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho.

Os valores das exigências de NDT obtidos a partir do protocolo descrito pelo NRC (2000) estão apresentados na Tabela 4. Da mesma forma foram determinadas as exigências de proteína degradada no rúmen (PDR), proteína não degradada no rúmen (PNDR) e proteína bruta (PB) (Tabela 6).

**Tabela 4** – Exigências nutricionais de energia para cordeiros Morada Nova, expressas em gramas

Peso corporal	Ganho	PCVZ	CMS	ELm	ELg	ELt	EMm	EMg	EMt	ED	NDT <sup>1</sup>
15	100	10,74	594,34	0,31	0,17	0,48	0,49	0,34	0,83	1,01	0,23
	150	10,74	715,46	0,31	0,25	0,56	0,49	0,50	0,99	1,20	0,27
	200	10,74	880,74	0,31	0,34	0,65	0,49	0,68	1,17	1,42	0,32
	250	10,74	1090,16	0,31	0,42	0,73	0,49	0,84	1,33	1,62	0,37
20	100	15,20	668,07	0,40	0,19	0,59	0,63	0,38	1,01	1,23	0,28
	150	15,20	789,19	0,40	0,28	0,68	0,63	0,56	1,19	1,45	0,33
	200	15,20	954,47	0,40	0,38	0,78	0,63	0,76	1,39	1,69	0,38
	250	15,20	1163,90	0,40	0,47	0,87	0,63	0,94	1,57	1,91	0,43
25	100	19,67	737,28	0,49	0,20	0,69	0,76	0,40	1,16	1,42	0,32
	150	19,67	858,41	0,49	0,31	0,80	0,76	0,62	1,38	1,69	0,38
	200	19,67	1023,68	0,49	0,41	0,90	0,76	0,82	1,58	1,93	0,44
	250	19,67	1233,11	0,49	0,51	1,00	0,76	1,02	1,78	2,18	0,49
30	100	24,13	803,10	0,57	0,22	0,79	0,89	0,44	1,33	1,62	0,37
	150	24,13	924,22	0,57	0,33	0,90	0,89	0,66	1,55	1,89	0,43
	200	24,13	1089,49	0,57	0,43	1,00	0,89	0,86	1,75	2,13	0,48
	250	24,13	1298,92	0,57	0,54	1,11	0,89	1,08	1,97	2,40	0,55

ELm = exigência de energia líquida para manutenção, ELg = exigências de energia líquida para ganho, ELt = exigência de energia líquida total, EMm = exigência de energia metabolizável para manutenção, EMg = exigência de energia metabolizável para ganho, EMt = exigência de energia metabolizável total. km = 0,64; kg = 0,51; 1 – Energia Digestível (ED = EMt/0,82);  
1 – Nutrientes Digestíveis Totais (NDT, kg/dia) = ED/4,409 (NRC, 2007).

As exigências de NDT em kg/dia aumentaram de acordo com o peso corporal dos animais. Para um animal com quatro meses de idade, 20 kg de peso corporal,

maturação tardia e ganho de 200 g por dia, o NRC (2007) relatou uma exigência de NDT igual a 0,39 kg/dia, valor próximo ao obtido neste trabalho (0,32 kg/dia). Para animais de crescimento precoce, o NRC (2007) recomendou 0,66 kg/dia, valor acima do observado neste trabalho. Com base nestes resultados, observa-se que os animais da raça Morada Nova podem ser considerados de crescimento tardio, também constatado em estudos realizados por Souza et al., (2011), onde os autores consideraram a raça Morada Nova tardia quando comparada à raça Santa Inês.

Com relação à exigência total de proteína metabolizável (PMt), para um animal de 20 kg de PC e GMD de 200 g/dia, o NRC (2007) preconiza 71 g/dia de PMt, para esta mesma categoria animal. Observa-se na Tabela 6 o valor de PMt igual a 74,86. Silva et al. (2010) estimaram exigência de PMt igual a 60,27 g/dia e Regadas Filho et al. (2011) apresentam valor de 52,64 g/dia, para esta mesma categoria animal.

**Tabela 5** – Exigências nutricionais de proteína para cordeiros Morada Nova, expressas em gramas

Peso corporal	Ganho	PLm	PLg	PLt	PMm	PMg	PMt	PDR <sup>1</sup>	PNDR <sup>2</sup>	PB <sup>3</sup> (g)
15	100	13,95	13,89	27,84	13,95	27,79	41,74	32,94	25,81	58,76
	150	13,95	20,84	34,79	13,95	41,68	55,63	39,33	38,07	77,40
	200	13,95	27,79	41,74	13,95	55,57	69,52	46,51	49,69	96,21
	250	13,95	34,73	48,68	13,95	69,47	83,42	52,90	61,95	114,85
20	100	17,31	14,39	31,69	17,31	28,78	46,08	40,31	25,36	65,67
	150	17,31	21,58	38,89	17,31	43,16	60,47	47,49	37,59	85,09
	200	17,31	28,78	46,08	17,31	57,55	74,86	55,47	49,19	104,67
	250	17,31	35,97	53,28	17,31	71,94	89,25	62,66	61,43	124,09
25	100	20,46	14,77	35,23	20,46	29,53	49,99	46,46	25,32	71,78
	150	20,46	22,15	42,61	20,46	44,30	64,76	55,24	36,75	91,99
	200	20,46	29,53	49,99	20,46	59,06	79,52	63,22	48,82	112,05
	250	20,46	36,91	57,37	20,46	73,83	94,29	71,20	60,90	132,10
30	100	23,46	15,07	38,53	23,46	30,14	53,60	53,11	24,52	77,63
	150	23,46	22,61	46,07	23,46	45,22	68,68	61,89	36,33	98,22
	200	23,46	30,14	53,60	23,46	60,29	83,75	69,87	48,79	118,66
	250	23,46	37,68	61,14	23,46	75,36	98,82	78,65	60,60	139,26

PLm = exigências de proteína líquida para manutenção, PLg = exigências de proteína líquida para ganho, PLt = exigências de proteína líquida total, PMm = exigência de proteína metabolizável para manutenção, PMg = exigências de proteína metabolizável para ganho, PMt = exigências de proteína metabolizável total. 1 – Proteína Degradável no Rúmen (PDR = NDT(kg)x130x1,11); 2 – Proteína não Degradável no Rúmen (PNDR = [(PMt-(PDRx0,64)].0,80<sup>-1</sup>); 3 – Proteína Bruta (PB = PDR+PNDR).

Convertendo-se a exigência de PMt em proteína bruta para esta mesma categoria animal, neste trabalho, o valor obtido foi de 104,67 g/dia, próximo ao descrito pelo NRC (2007), que recomenda o fornecimento de 106 g/dia, considerando-

se 60% de proteína não degradável no rúmen para animais de maturidade tardia e 97 g/dia, 8,42% inferior ao deste experimento.

Com relação aos valores das exigências de proteína degradada no rúmen (PDR), estas foram abaixo das relatadas por Regadas Filho et al., (2011) para ovinos Santa Inês. A determinação das exigências de PDR representa importante variável para produção animal, pois refletem a síntese de proteína microbiana produzida no rúmen, que é dependente da disponibilidade ruminal de energia e de nitrogênio (BACH et al., 2005). Segundo Paulino (2006), em situações que a síntese de proteína microbiana é maximizada, sua contribuição para o atendimento das exigências totais de proteína, seja de proteína metabolizável ou de proteína bruta, aumenta, trazendo benefícios nutricionais, visto que a proteína microbiana é de excelente qualidade. Além dos benefícios econômicos, pois podem ser sintetizados a partir de fontes dietéticas de nitrogênio de baixo custo.

Com base nos valores de consumo de matéria seca (CMS), em função do peso corporal metabólico ( $PC^{0,75}$ ) e ganho de peso médio diário (GMD) obtidos dos 40 animais da prova de desempenho, determinou-se uma equação de regressão linear múltipla, onde os parâmetros desta equação estão apresentados na Tabela 6.

O ganho de peso médio diário apresentou efeito quadrático, corroborando com o comportamento descrito por Regadas Filho (2009), demonstrando que existe um máximo GMD influenciado pelo CMS.

**Tabela 6** – Parâmetros da equação, erro padrão (EP), probabilidade ( $P \leq$ ) e intervalo de confiança (IC95%) dos parâmetros, coeficiente de determinação ajustado ( $R^2$  ajustado) e coeficiente de variação (CV) do modelo geral da equação múltipla do consumo de matéria seca (CMS) em função do ganho médio diário (GMD) e do peso corporal metabólico ( $PC^{0,75}$ )

Variáveis	Parâmetros da Equação	EP	$P \leq$	IC <sub>95%</sub>	$R^2$ ajustado	CV
Intercepto	178,365	53,64	0,0254	56,731	0,84	25,23
GMD	0,215	0,24	0,0093	0,4296	-	-
GMD <sup>2</sup>	0,0088	0,01	0,0046	0,0177	-	-
$PC^{0,75}$	40,172	5,997	0,0027	8,0343	-	-

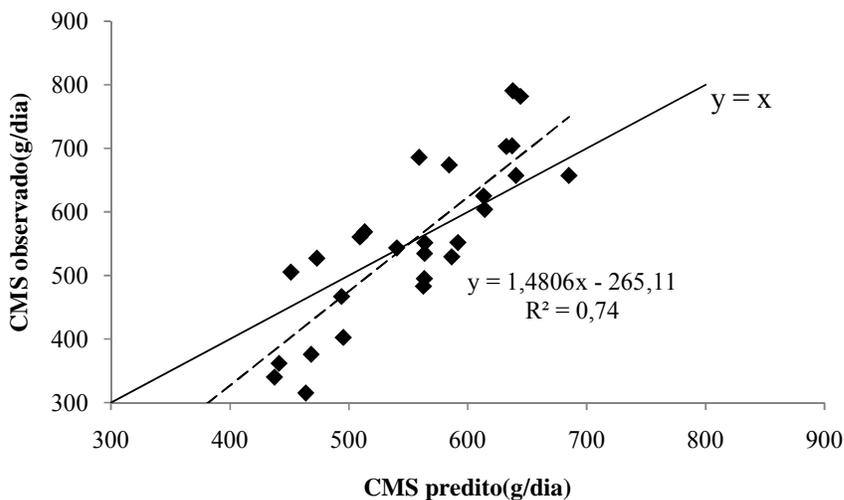
A equação obtida com base nos dados observados no experimento foi:  $178,365 + 0,215.GMD + 0,0088.GMD^2 + 40,172PC^{0,75}$ . Com base nesta equação, o CMS para um animal de 20 kg de PC com um GMD de 150 g é de 788,54 g/dia, 1,9% superior ao valor obtido utilizando-se os mesmos valores de PC e de GMD na equação

desenvolvida por Cannas et al., (2004), descrita no Cornell Net Carbohydrate and Protein System – Sheep (CNCPS-S), onde o CMS foi igual a 773,42 g/dia.

Utilizando-se a equação descrita por Regadas Filho (2009) para cordeiros Santa Inês, o valor predito para o CMS é de 819,29 g/dia, 3,9% acima do valor predito para cordeiros Morada Nova. Utilizando-se estes mesmo valores de PC e de GMD na equação desenvolvida por Cabral et al., (2008), o valor predito, segundo estes autores, é de 810 g/dia, 2,65% superior ao predito nesta pesquisa.

Para um animal com PC de 30 kg e um GMD de 250 g/dia, o CMS estimado por meio da equação desenvolvida nesta pesquisa é de 1.297 g/dia, valor 10,4% superior ao predito por meio da equação do CNCPS-S (1.162 g/dia), 6,4% superior ao valor estimado quando utilizada a equação proposta por Regadas Filho (2009) e 17,5% superior ao valor encontrado com a equação de Cabral et al. (2008), que foi de 1.070 g/dia.

Com base nos valores de CMS observados e preditos pelo modelo do SRNS, obteve-se uma equação de regressão, conforme apresentado na Figura 2. Quanto à precisão do modelo SRNS, o coeficiente de correlação de Pearson (r) foi igual a 0,86, sendo considerado de alta correlação. Quanto à acurácia do modelo, a hipótese de nulidade não foi rejeitada (p=0,27), mostrando que o modelo avaliado foi sensível para prever o CMS de cordeiros Morada Nova.

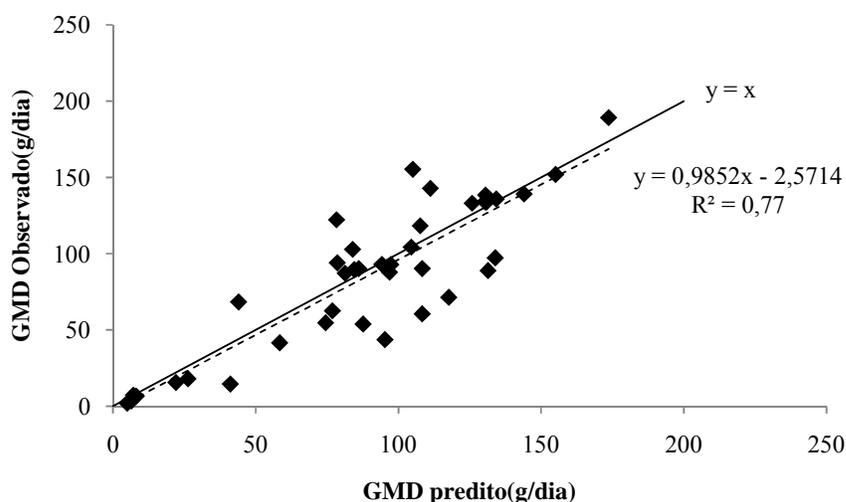


**Figura 2** – Relação entre os valores de consumo de matéria seca observados e preditos pelo modelo SRNS em cordeiros Morada Nova

O CMS pode ser considerado o fator com maior impacto sobre a resposta animal. De acordo com Poppi (2008), a variação de consumo representa a maior parte

da diferença no ganho de peso ou na produção de leite em bovinos leiteiros. A aplicação de modelos mecanicistas para predição do CMS apresenta-se como uma alternativa viável no âmbito do estudo da nutrição de ruminantes, pois, com os avanços das pesquisas para melhor compreensão dos mecanismos controladores da taxa de ingestão e a aplicação de modelos matemáticos para simulação da resposta animal, enriquecem-se estes modelos, melhorando sua precisão e acurácia.

Com relação ao GMD, o modelo SRNS mostrou alta precisão, com  $r = 0,88$  ( $P < 0,001$ ) e não rejeitou a hipótese de nulidade ( $p = 0,24$ ) à equação ajustada para o GMD observado e predito (Figura 3).



**Figura 3** – Relação entre o ganho médio diário de valores observados e preditos pelo modelo SRNS em cordeiros Morada Nova

Regadas Filho et al. (2011) relataram que o modelo SRNS superestimou em 5,18% o GMD para cordeiros da raça Santa Inês. Os autores atribuíram este fato à menor eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso observado em rações com maior concentração de energia metabolizável. Galvani (2008) reportou que as diferenças entre a predição do GMD pelo SRNS podem ser explicadas também pelas variações nas exigências nutricionais dos animais, citando que o SRNS adota um aumento de 15% nos requisitos de energia líquida de manutenção, aumentando a magnitude das respostas em ganho de peso.

## CONCLUSÕES

A eficiência de utilização de energia metabolizável para manutenção e a média das eficiências de utilização de energia metabolizável para ganho, calculadas conforme a metodologia descrita por Harris (1970), foram de 0,64 e 0,51; respectivamente.

Os valores médios para as eficiências de utilização de energia metabolizável para manutenção e ganho, calculados conforme o AFRC (1993), foram de 0,62 e 0,26, respectivamente.

As exigências de proteína metabolizável e de nutrientes digestíveis totais para um cordeiro com 20 kg de peso corporal, com ganho de peso médio estimado em 200 gramas ao dia, foram de 74,86 g/dia e 0,38 kg/dia, respectivamente.

O modelo SRNS foi sensível para prever o consumo de matéria seca e ganho de peso diário para cordeiros Morada Nova.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The Nutrient Requirements of Ruminant livestock**. CABI International, Slough, UK, 1980.

ALVES, K.S. **Exigências de proteína e energia para caprinos Moxotó em crescimento**. 2006. 86p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal Rural do Pernambuco, Recife, 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of AOAC international**. 14.ed. Washington, DC.: 1990. 1094p.

BACH, A.; CALSAMIGLIA, S.; STERN, M.D. Nitrogen metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.8, p.9-21, 2005. (suppl.E)

BLACK, J.L.; GILL, M.; BEEVER, D.E.; THORNLEY, J.H.M.; OLDHAM, J.D. Simulation of the metabolism of absorbed energy-yielding nutrients in young sheep: Efficiency of utilization of acetate. **Journal of Nutrition**, v.117, n.1, p.105-115, 1987.

CABRAL, L.S.; NEVES, E.M.O.; ZERVOUDAKIS, J.T.; ABREU, J.G.; RODRIGUES, R.C.; SOUZA, A.L.; OLIVEIRA, I.S. Estimativas dos requisitos nutricionais de ovinos em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.3, p. 529-542, 2008.

CANNAS, A.; ATZORI, A. S.; BOE, F.; TEIXEIRA, I.A.M.A. Energy and protein requirements of goats. In: Cannas, A.; Pulina, G. (Org.). **Dairy goat, feeding and nutrition**. 1 ed. Wallingford: CAB international, v. 1, p.118-146, 2007.

CANNAS, A.; TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G. PELL, A.N.; VAN SOEST, P.J. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. **Journal of Animal Science**, v.82, n.1, p.149-169, 2004.

CASALI, A.O., DETMANN, E., VALADARES FILHO, S.C., PEREIRA, J.C., HENRIQUES, L.T., FREITAS, S.G., PAULINO, M.F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.

FERRELL, C.L. Energy metabolism. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, p.250-268, 1988.

GALVANI, D.B. **Exigências e eficiências de utilização da energia e da proteína por cordeiros confinados**. 2008. 85p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2008.

GARRETT, W.N. Energy utilization by growing cattle as determined in 72 comparative slaughter experiments. In: SYMPOSIUM OF ENERGY METABOLISM, 8., Cambridge. **Proceedings...** London: EAAP Publ. n.28, p.3-7, 1980a.

GARRETT, W.N. Factors influencing energetic efficiency of beef production. **Journal of Animal Science**, v.51, n.6, p.1434-1440, 1980b.

GEAY, Y.. Energy and protein utilization in growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.3, p.766-778, 1984.

GONZAGA NETO, S.; SILVA SOBRINHO, A.G.; RESENDE, K.T.; ZEOLA, N.M.B.L.; SILVA, A.M.A.; MARQUES, C.A.T.; LEÃO, A.G. 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. (supl.)

HALL, M. B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. Bulletin No. 339, University of Florida, Gainesville, USA, 2000.

HARRIS, L.F. **Nutrition research techniques for domestics and wild animals**. Utah: Logan, v.1. 1970.

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE - INRA. **Alimentation des ruminants**. Jarrige, R. (ed.) INRA Publications, Versailles, France. 1978.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.

MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; AFONSO, P.R.A.M.; SOUZA JR. A.A.O.; SARMENTO, J.L.R. Growth curves in Dorper sheep crossed with the local Brazilian breeds, Morada Nova, Rabo Largo, and Santa Inês. **Small Ruminant Research**, v.84, n.1-3, p.16-21, 2009.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217–1240, 2002.

MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Energy requirements of zebu beef cattle. In: VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L. et al. (Eds.) **Nutrient requirements of zebu cattle BR-CORTE**. 2.ed. Viçosa, MG: DZO-UFV, 2010. p.81-106.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6. ed. Washington, D.C. 90p. 1984.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 8th edn. National Academy Press, Washington, DC, USA, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and NewWorld Camelids**. National Academy Press, Washington, DC, USA, 2007.

OWENS, F.N., GILL, D.R., SECRIST, D.S.; COLEMAN, S.W. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, n.10, p.3152-3172, 1995.

PAULINO, P.V.R. **Desempenho, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos nelore de diferentes classes sexuais**. 2006. 167p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal Viçosa, Viçosa, 2006.

POPPI, D.P. The dilemma in models of intake regulation: Mechanistic or empirical. In: FRANCE, J; KEBREAB, E. (eds). **Mathematical Modelling in Animal Nutrition**. Wallingford: CAB International, 2008. p.121-141.

REGADAS FILHO, J.G.L. **Exigências e eficiências de utilização da energia e da proteína por cordeiros confinados**. 2008. 80p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. 2009.

REGADAS FILHO, J.G.L.; PEREIRA, E.S.; VILLARROEL, A.B.S.; PIMENTEL, P.G.; FONTENELE, R.M.; COSTA, M.R.G.F.; MAIA, I.S.M.; SOMBRA, W.A. Efficiency of metabolizable energy utilization for maintenance and gain and evaluation of Small Ruminant Nutrition System model in Santa Ines sheep. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2558-2564, 2011.

SAS, 2003. **SAS System for Windows**, Release 9.1 (TS1M3). SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA.

SILVA, A.M.A.; SANTOS, E.M.; PEREIRA FILHO, J.M. Body composition and nutritional requirements of protein and energy for body weight gain of lambs browsing in a tropical semiarid region. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.210-216, 2010.

SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livrocercos, 1979. 380p.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D.G., RUSSELL, J.B.A. net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

SOUZA, L.A.; CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M.; PAIVA, S.R., CAIRES, D.N.; BARRETO, D.L.F. Curvas de crescimento em ovinos da raça morada nova criados no estado da Bahia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.8, p.1700-1705, 2011.

TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; RUSSEL, J.B. Accounting for the effects of a ruminal nitrogen deficiency within the structure of the Cornell Net Carbohydrate and Protein System. **Journal of Animal Science**, v.78, n.6, p.1648-1658, 2000.

VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Cornell University, Ithaca, USA, 1985.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nostarch polyssacharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p. 3583-3597, 1991.

VELOSO, C.M.; VALADARES FILHO, S.C.; GESULADI JR., A.; SILVA, F.F.; PAULINO, M.F.; VALADARES, R.F.D.; CECON, P.R.; PAULINO, P.V.R. Eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso e exigências de energia metabolizável e de nutrientes digestíveis totais de bovinos F1 limousin x nelore não-castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1286-1293, 2002.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. p. 176-185 in Proc. of **Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers**, Cornell University, Ithaca, USA, 1999.

## **CAPÍTULO 4**

---

**Predição da composição química corporal de cordeiros Morada Nova a partir da  
seção entre as 9ª e 11ª costelas**

## Predição da composição química corporal de cordeiros Morada Nova a partir da seção entre as 9ª e 11ª costelas

### RESUMO

O objetivo desse estudo foi avaliar a predição da composição química da carcaça e do corpo vazio em cordeiros Morada Nova a partir da seção entre as 9ª e 11ª costelas. Foram utilizados 48 cordeiros Morada Nova com peso corporal médio inicial de  $12,05 \pm 1,81$  kg e dois meses de idade. Oito animais foram abatidos ao início do experimento como referência. Os animais remanescentes foram distribuídos em um delineamento em blocos casualizados com cinco níveis de energia metabolizável (0,96; 1,28; 1,72; 2,18 e 2,62 Mcal/kg de matéria seca) e oito repetições por bloco. Os animais foram abatidos quando a média do peso corporal do grupo atingiu 25 kg. A composição química da carcaça e do corpo vazio foi determinada utilizando-se a composição da meia carcaça direita. A seção entre a 9ª e 11ª costelas (seção HH) foi retirada da meia carcaça esquerda. Comparando a composição química da carcaça e a composição química da seção HH, observou-se elevados valores de correlação de Pearson para o percentual de proteína ( $r=0,89$ ), de extrato etéreo ( $r=0,81$ ), de cinzas ( $r=0,83$ ) e água ( $r=0,93$ ). Para a composição química do corpo vazio os valores da correlação de Pearson entre os resultados observados e preditos foram 0,94 para extrato etéreo, 0,95 para proteína, 0,37 para cinzas e 0,92 para água. Foram desenvolvidas equações para estimar a percentagem de proteína, de extrato etéreo, cinzas e de água da carcaça a partir desses componentes na seção HH: %EE na carcaça =  $-6,443 + 2,879 * \%EE$  na seção HH ( $R^2=0,76$ ); %PB na carcaça =  $-21,05 + 3,052 * \%PB$  na seção HH ( $R^2=0,83$ ); %Cinzas =  $4,52 - 0,362 * \%Cinzas$  na seção HH ( $R^2=0,15$ ); %Água =  $7,55 + 0,878 * \%Água$  na seção HH ( $R^2 = 0,85$ ). O corte das 9ª, 10ª e 11ª costelas estimou satisfatoriamente os conteúdos de proteína e extrato etéreo do corpo vazio, com valores de  $r=0,84$  e  $0,78$ , respectivamente. Os teores de proteína bruta e de extrato etéreo do corpo vazio podem ser estimados satisfatoriamente a partir da composição química da seção HH.

**Palavras-chaves:** ovinos nativos, produção de ruminantes, seção HH

## **Prediction of body chemical composition of Morada Nova lambs from section between 9<sup>th</sup> and 11<sup>th</sup> ribs**

### **ABSTRACT**

The purpose of this study was to evaluate the prediction of the chemical composition of the carcass and empty body in Morada Nova lambs from the 9<sup>th</sup> and 11<sup>th</sup> ribs section. It was used 48 Morada Nova lambs with initial weight of  $12.05 \pm 1.81$  kg, two months of ages. Eight animals were slaughtered at the beginning of the experiment as a reference. The remaining animals were assigned to a randomized block design with five diets with increasing metabolizable energy contents (0.96; 1.28; 1.72; 2.18 and 2.62 Mcal/kg of dry matter) and eight replications per block. Animals were slaughtered when mean of body weight (BW) of the group reached 25 kg. The chemical composition of the carcass and empty body was determined using the right half carcass composition. The section between the 9<sup>th</sup> and 11<sup>th</sup> ribs (HH section) was removed from the left half carcass. Comparing the chemical composition of the carcass and chemical composition of section HH, we observed high values of Pearson correlation for the percentage of protein ( $r=0.89$ ), fat ( $r=0.81$ ), ash ( $r=0.83$ ) and water ( $r=0.93$ ). For the chemical composition of the empty body values of Pearson correlation between observed and predicted results were 0.94 for ether extract, 0.95 for protein, 0.37 for ash and 0.92 for water. Equations were developed to estimate percentage of protein, ether extract, ash and water in the carcass from the following components in HH joint: %EE in the carcass =  $-6.443 + 2.879 * \%EE$  in HH section ( $R^2=0.76$ ); %CP in the carcass =  $-21.05 + 3.052 * \%PB$  in HH section ( $R^2=0.83$ ); %Ash =  $4.52 - 0.362 * \%Ash$  in HH section ( $R^2=0.15$ ); %Water =  $7.55 + 0.878 * \%Water$  in HH section ( $R^2 = 0.85$ ). Cut of 9<sup>th</sup> and 11<sup>th</sup> ribs satisfactorily predicted the contents of protein and ether extract in the empty body, with values of  $r=0.84$  and  $0.78$ , respectively. Contents of crude protein and ether extract of the empty body can be satisfactorily estimated from the chemical composition of HH section.

**Kay-works:** HH section, ruminant production, native sheep

## INTRODUÇÃO

Diversos países no mundo já estabeleceram as normas nutricionais de seus rebanhos de ovinos considerando as peculiaridades de suas realidades (AFRC, 1993; NRC, 2007). No Brasil, várias pesquisas vêm sendo conduzidas para estimativa das exigências nutricionais de ovinos, o que possibilitará brevemente, a realização de meta-análise de diversos experimentos para publicação de uma tabela de exigências nutricionais de ovinos de corte, envolvendo também ovinos deslanados.

Para determinação das exigências nutricionais, o passo inicial consiste na mensuração da composição corporal dos animais, que pode ser obtida por métodos diretos e indiretos. Embora a determinação direta da composição corporal por meio da trituração de todos os tecidos do corpo seja mais confiável, este método é caro, demorado e trabalhoso. Inúmeros métodos indiretos têm sido desenvolvidos para estimar-se a composição corporal, incluindo medidas lineares (KIRTON et al., 1985; TRENKLE, 1986), ultrassom (STANFORD et al., 1985; GUIROY et al., 2001), gravidade específica da carcaça (KRAYBILL et al., 1952; MILLER et al., 1988), e técnicas de diluição, por exemplo, ureia (WELLS e PRESTON, 1998), de trítio, ou deutério (CROOKER et al., 1997). No entanto, alguns destes métodos tem repetibilidade inconsistente, custos elevados, ou são justificáveis apenas sob certas condições experimentais (MILLER et al., 1988; STANFORD et al., 1998).

O método indireto baseado no corte entre as 9ª e 11ª costelas tem sido amplamente utilizado em bovinos, em razão de ser um método rápido e barato. Segundo Marcondes et al. (2009), o método do corte das costelas (HANKINS e HOWE, 1946) tem sido alvo de validação para as condições brasileiras, onde predominam trabalhos com bovinos, principalmente animais zebuínos. Hankins e Howe (1946) observaram correlações significativas de 0,83; 0,91; e 0,53 entre os teores de proteína, de gordura e de cinzas da seção HH, respectivamente, e aqueles obtidos por análise química da carcaça. Em trabalho com bovinos das raças Angus e Holandesa, Nour e Thonney (1994) concluíram que a composição da seção HH pode ser utilizada com precisão na predição da composição da carcaça, salvo pequenos ajustes em relação à raça.

Apesar de ser uma técnica bastante estudada para bovinos, com inúmeros trabalhos validando equações para diversas raças e seus cruzamentos, a predição da composição corporal, utilizando-se partes do corpo para pequenos ruminantes, ainda é

pouco estudada, o que não permite o uso dessa técnica com acurácia e precisão para estes animais. Medeiros (2001) encontrou alta correlação ( $r = 0,76$ ) entre a composição química da gordura do corte das 9ª e 11ª costelas e da gordura corporal em cabritos Saanen.

Semelhantemente, Teixeira (2004) relatou que o corte das 9ª e 11ª costelas e pescoço apresentou alta precisão na predição da composição corporal de cabritos F1 Saanen×Boer. Fernandes et al. (2008) indicaram que a composição química dos órgãos, do sangue e da seção entre as 9ª e 11ª costelas predisseram com precisão a composição de proteína, gordura, cinzas e água do corpo. No entanto, faz-se necessários mais estudos para avaliar a precisão e a repetibilidade destes componentes para predição da composição do corpo e da carcaça.

Com este estudo objetivou-se desenvolver equações de predição da composição química do corpo e da carcaça, usando a composição química do corte entre as 9ª e 11ª costelas de cordeiros Morada Nova.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no setor de digestibilidade do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza, CE, no período de fevereiro a junho de 2010.

Utilizaram-se 48 cordeiros da raça Morada Nova, não castrados, com aproximadamente dois meses de idade e peso corporal (PC) médio inicial de  $12,05 \pm 1,81$  kg. A princípio todos os animais foram pesados, identificados, vermifugados e alocados em baias individuais equipadas com comedouro e bebedouro. Após um período de adaptação de 10 dias, oito animais escolhidos aleatoriamente foram abatidos, sendo considerados como grupo referência, a fim de, com base em seus pesos de corpo vazio (PCVZ) e composição corporal, estimarem-se o PCVZ e a composição corporal dos 40 animais remanescentes.

Entre os animais remanescente foram distribuídos os cinco tratamentos (0,96; 1,28; 1,72; 2,18 e 2,62 Mcal/kg MS) obtidos com diferentes relações volumoso:concentrado (95:5, 80:20, 60:40, 40:60 e 20:80) em delineamento de blocos ao acaso, com oito repetições. Como volumoso utilizou-se o feno de capim-Tifton 85 e

as rações concentradas foram compostas por milho em grão moído, farelo de soja, ureia, cloreto de sódio, calcário calcítico, fosfato bicálcico e premix mineral.

As rações experimentais foram formuladas conforme recomendações do NRC (2007). Os animais foram alimentados duas vezes por dia (às 8h e 16h) *ad libitum*, permitindo sobras de até 10%. As rações foram fornecidas na mistura total (volumoso + concentrado). O consumo de matéria seca (MS) foi determinado pela diferença entre o peso do ofertado e das sobras, as quais foram coletadas e pesadas diariamente antes do fornecimento do alimento. Ao final de cada semana, as amostras foram misturadas, formando uma amostra composta/animal/tratamento. Todos os dados foram registrados em planilhas de controle diário e as amostras dos alimentos e sobras foram congeladas para posterior análise química.

Para determinação da energia metabolizável (EM) das rações realizou-se um ensaio de digestibilidade, utilizando-se a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno visando estimar a excreção de matéria seca fecal como descrito por Casali et al. (2008). As amostras de fezes foram coletadas diretamente da ampola retal durante todo o período experimental, a cada 15 dias. As coletas aconteceram durante três dias consecutivos, em horários diferentes: às 8 horas no primeiro dia, às 12 horas no segundo dia e às 16 horas no terceiro dia.

As amostras do volumoso, das rações concentradas e as amostras compostas das sobras foram pré-secas a  $55 \pm 5^{\circ}\text{C}$ , durante 72 horas, em estufa de ventilação forçada, em seguida, moídas em moinho de facas com peneira de 1 mm (Moinho tipo Wiley moinho, Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA, EUA). Todas as amostras foram analisadas para os teores de matéria seca (MS; AOAC, 1990; método número 930,15), cinzas (AOAC, 1990; método número 924,05), proteína bruta (PB; AOAC, 1990; método número 984,13), extrato etéreo (EE; AOAC, 1990; método número 920,39) e fibra em detergente ácido (FDA; VAN SOEST et al., 1991). Para análise da fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram tratadas com alfa amilase termoestável sem o uso de sulfito de sódio, corrigida para a cinza residual (MERTENS, 2002) e para nitrogênio (LICITRA et al., 1996).

O teor de carboidratos totais (CT) foi calculado de acordo com Sniffen et al. (1992):  $\text{CT} (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas)$ . Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados a partir da equação adaptada de Weiss (1999):  $\text{CNF} (\%) = 100 - (\%FDN_{cp} + \%PB + \%EE + \%cinzas)$ . Para os concentrados, em virtude da presença de ureia em sua composição, o teor de CNF foi calculado de acordo com a

equação descrita por Hall (2000):  $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivada da ureia} + \% \text{ de ureia}) + \%FDNcp + \%EE + \%cinzas]$ .

As composições dos ingredientes, das rações concentradas e das rações experimentais estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1** – Composição químico-bromatológica dos ingredientes, feno de capim-Tifton 85 e dos concentrados utilizados nas dietas experimentais em g/kg

Componentes	Milho moído	Farelo soja	Feno Tifton	Conc. 1	Conc.2	Conc.3	Conc.4	Conc.5
MS	891,0	951,8	953,6	967,0	962,4	954,3	958,3	947,3
MO	879,3	885,7	873,8	930,4	889,2	911,9	919,5	903,2
PB	91,4	546,3	78,9	298,6	525,5	279,3	221,3	188,9
EE	53,9	29,1	14,6	25,4	29,7	36,7	34,2	30,8
MM	11,7	66,1	79,8	36,6	73,2	42,4	38,8	44,1
FDN	176,6	154,3	754,0	128,7	132,0	142,9	140,6	145,8
FDA	82,8	145,4	447,2	96,7	75,2	44,0	48,6	47,2
LIG	8,1	37,3	51,2	9,5	13,8	16,4	18,9	19,4
CEL	24,1	55,3	304,4	35,7	72,0	33,7	33,5	35,3
HEM	93,8	8,9	306,8	32,0	56,8	98,9	92,0	98,6
CT	842,9	358,4	826,7	675,1	393,6	662,0	680,6	693,7
CF	138,8	104,2	701,3	96,0	99,5	110,7	95,3	104,0
CNF	704,1	254,2	125,3	579,1	294,1	551,3	585,3	589,7

MS = Matéria Seca, MO = Matéria Orgânica, PB = Proteína Bruta, EE = Extrato Etéreo, MM = Matéria Mineral, FDN = Fibra em Detergente Neutro, FDA = Fibra em Detergente Ácido, LIG = lignina, CEL = celulose, HEM = hemicelulose, CT = Carboidratos Totais, CF = Carboidratos Fibrosos, CNF = Carboidratos Não Fibrosos.

**Tabela 2** – Composição químico-bromatológica das rações experimentais em g/kg

Composição percentual	Níveis de EM (Mcal/kgMS)				
	0,96	1,28	1,72	2,18	2,62
Feno de Tifton 85	95	80	60	40	20
Concentrado	5	20	40	60	80
Milho moído	626,3	158,7	694,5	724,6	756,1
Farelo de soja	326,2	806,5	285,3	248,8	225,9
Ureia <sup>1</sup>	37,7	30,0	12,5	11,2	5,1
Calcário	-	-	-	5,4	6,6
Fosfato bicálcico	-	-	-	-	0,7
Cloreto de sódio	8,6	4,0	7,0	9,3	5,0
Premix mineral <sup>2</sup>	1,2	0,8	0,7	0,7	0,6

Variáveis	Componentes químico bromatológicos				
	g/kgMS				
MS	954,3	955,4	953,9	956,4	951,2
MO	916,3	876,9	889,1	901,2	900,0
MM	38,0	78,5	64,8	55,2	51,2
PB	89,9	168,2	159,1	164,4	166,9
EE	24,9	26,7	27,9	22,4	27,6
FDN	722,5	629,6	509,6	386,0	267,4
FDA	429,6	372,8	285,9	208,0	127,2
Lignina	49,1	43,7	37,3	31,8	25,8
Celulose	293,2	259,8	197,6	142,8	89,6
Hemicelulose	293,0	256,8	223,7	178,0	140,2
CF	671,1	581,0	465,1	337,7	223,5
CT	817,3	735,7	764,6	754,0	746,3
CNF	146,2	154,7	299,5	416,3	522,8
NDT	280,1	344,6	453,9	593,9	723,6
NDT:PB	3,12	2,04	2,85	3,61	4,33

MS = Matéria Seca, MO = Matéria Orgânica, MM = Matéria Mineral, PB = Proteína Bruta, EE = Extrato Etéreo, FDN = Fibra em Detergente Neutro, FDA = Fibra em Detergente Ácido, CF = Carboidratos Fibrosos, CT = Carboidratos Totais, CNF = Carboidratos Não Fibrosos, NDT = Nutrientes Digestíveis Totais.

<sup>1</sup>Composição centesimal em relação a porção do concentrado das dietas.

<sup>2</sup>Composição: Ca - 7.5%; P - 3%; Fe - 16.500 ppm; Mn - 9.750 ppm; Zn - 35.000 ppm, I - 1.000 ppm; Se - 225 ppm; Co - 1.000 ppm.

Quando a média do grupo atingiu 25 kg, todos os animais do tratamento, juntamente com dois animais do grupo manutenção (0,96 Mcal/ kg MS), foram abatidos. Este procedimento foi realizado em cada grupo, até que todos os animais fossem abatidos. Antes do abate, os animais foram pesados, para determinação do peso corporal anterior ao abate, em seguida, foram submetidos a um jejum de sólidos e de líquidos por um período de 18 horas, sendo novamente pesados para determinação do peso corporal ao jejum (PCj). O abate ocorreu por meio de concussão cerebral seguida por secção da veia jugular.

Todo o sangue foi coletado, pesado, amostrado e congelado. O trato gastrointestinal foi pesado cheio, em seguida esvaziado, lavado e posto para secar à sombra. Após a secagem, todo o trato gastrointestinal foi novamente pesado, juntamente com os demais componentes do corpo (carcaça quente, cabeça, pele, patas

e cauda). Os órgãos internos (fígado, coração, pulmões + traqueia + língua + esôfago, bexiga, rins, trato reprodutivo e baço), o trato gastrintestinal (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos grosso e delgado) cheio e vazio, e gorduras (omental, mesentérica, perirenal e gordura do coração) foram pesados separadamente. O peso de corpo vazio (PCVZ) foi calculado como sendo PCj, subtraído o peso do conteúdo do trato gastrintestinal.

Todas as carcaças foram pesadas quentes, após lavagem, e, em seguida, resfriadas (-4°C). Após 24 horas de refrigeração, as carcaças refrigeradas foram pesadas novamente e seccionadas longitudinalmente com uma serra de fita em duas meias carcaças. A seção das 9ª e 11ª costelas (com vértebras associadas ao flanco), conforme metodologia descrita por Hankins e Howe (1946), foi removida da meia carcaça da esquerda.

Os órgãos + sangue + pés + cabeça e a meia carcaça direita foram moídos em moedor de carne industrial, obtendo-se duas amostras por animal (massa moída dos órgãos + sangue + pés + cabeça e massa moída da meia carcaça direita). As amostras da pele foram cortadas em cubos e, juntamente com a massa moída dos órgãos + sangue + pés + cabeça e meia carcaça direita, foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada a  $55 \pm 5^\circ\text{C}$  por 72 horas, em seguida, trituradas em multiprocessador.

Após este procedimento, as amostras foram desengorduradas por meio de imersão em éter de petróleo em aparelho tipo Soxhlet (AOAC, 1990; método número 920,39) e os resíduos foram moídos em moinho de bola e armazenados em recipientes fechados. Posteriormente, determinou-se o teor de matéria seca desengordurada colocando-se as amostras em estufa de ventilação forçada a  $105^\circ\text{C}$  até alcançarem peso constante, nas amostras desengorduradas determinaram-se os teores de cinzas e de proteína bruta conforme metodologia descrita anteriormente para as amostras de volumoso e das rações experimentais.

A predição da composição química corporal pela metodologia de Hankins e Howe (1946) foi avaliada quanto a sua precisão, utilizando o coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) e sua acurácia, ajustando-se a equação de regressão linear entre os valores preditos (variável independente) e observados (variável dependente). Os parâmetros da equação foram testados juntos, na seguinte hipótese, pelo teste F:  $H_0: \beta_0 = 0$  e  $\beta_1 = 1$ ,  $H_a = \text{não } H_0$ .

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se GLM PROC da versão SAS 9.0 (SAS, 2003). Os efeitos de graus linear e quadrático foram obtidos após a análise de variância ao nível de significância de 5%, observada nos ajustes das equações de regressão pelo PROC REG SAS (9,0).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises estatísticas das regressões encontradas (Tabela 3) mostraram que a hipótese de nulidade para os quatro componentes químicos, extrato estéreo, proteína, cinzas e água, não foi rejeitada, ou seja, a seção HH permitiu estimar satisfatoriamente os teores de extrato etéreo, de proteína bruta e de cinzas na carcaça de ovinos Morada Nova (Tabela 4).

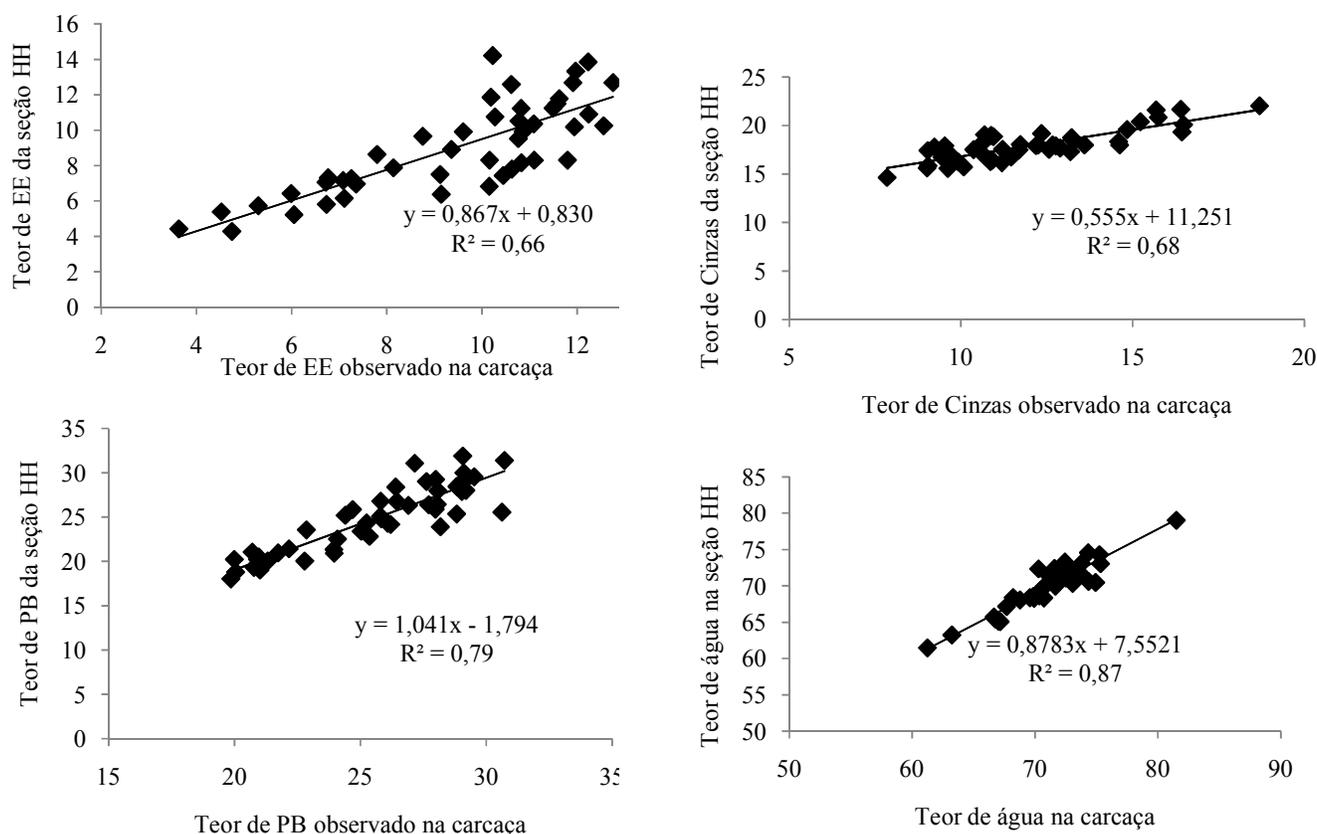
O teor de extrato etéreo, obtido por meio da seção HH, foi subestimado em 18,27% e o teor de cinzas superestimado em 54,71% (Figura 1).

**Tabela 3** – Estimativas dos parâmetros, valores descritivos de probabilidade para as hipóteses de nulidade, coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) para os valores estimados e observados das percentagens de extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB) e cinzas

Itens	Regressão					
	Intercepto		Coeficiente de inclinação		$R^2$	$r$
	Estimativa	Valor P	Estimativa	Valor P		
Extrato estéreo	0,830	0,003	0,867	<0,001	0,66	0,81
Proteína bruta	1,794	0,021	1,041	<0,001	0,79	0,88
Cinzas	11,251	0,817	0,555	0,865	0,68	0,83
Água	7,552	0,065	0,878	<0,001	0,87	0,93

**Tabela 4** – Médias e amplitudes de variação para as percentagens de extrato etéreo, proteína bruta e cinzas na carcaça dos animais e na seção HH

Componente	Composição da carcaça		Composição da seção HH	
			Extrato Etéreo	
Média (%)	10,18		8,32	
Desvio Padrão (%)	2,41		2,58	
Amplitude de variação (%)	3,63 – 12,75		4,29 – 14,21	
			Proteína Bruta	
Média (%)	25,96		25,13	
Desvio Padrão (%)	3,20		3,76	
Amplitude de variação (%)	19,86 – 30,72		18,02 – 31,88	
			Cinzas	
Média (%)	11,57		17,90	
Desvio Padrão (%)	2,48		1,66	
Amplitude de variação (%)	7,85 – 18,69		14,63 – 22,02	
			Água	
Média (%)	71,68		70,48	
Desvio Padrão (%)	3,57		3,37	
Amplitude de variação (%)	61,23 – 81,49		61,23 – 79,00	



**Figura 1** – Relação entre os teores de extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), cinzas e água observados na carcaça e na seção HH

Avaliando-se a estimativa da composição química da carcaça por meio da seção HH, observou-se correlação satisfatória entre os valores estimados e observados para proteína e extrato etéreo. O maior coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) foi para o conteúdo de água ( $r = 0,93$ ), seguido pelo conteúdo de proteína ( $r = 0,88$ ), cinzas ( $r = 0,83$ ) e de gordura ( $r = 0,81$ ). O valor obtido para o conteúdo de proteína está acima do reportado por Hankins e Howe (1946), trabalhando com predição de carcaça de bovinos. Powel e Huffman (1968), avaliando diferentes métodos de predição da composição química da carcaça, relataram que o método desenvolvido por Hankins e Howe (1946), foi o que apresentou maior acurácia na estimação do teor de gordura ( $R^2 = 0,94$ ) e de proteína ( $R^2 = 0,96$ ) na carcaça. Segundo Marcondes et al. (2009), para estimativa indireta da composição química do animal, são necessárias equações a partir da composição química da seção HH. No Brasil, algumas pesquisas com bovinos já foram realizadas com esse intuito e algumas equações já foram desenvolvidas (LANNA, 1988; ALLEONI et al., 2001; SILVA, 2001; HENRIQUE et al., 2003; PAULINO et al., 2005). Valadares Filho et al. (2006) compilaram dados brasileiros e elaboraram equações para predição dos teores de água, de extrato etéreo, de proteína e de cinzas no peso de corpo vazio de animais zebuínos.

Para obtenção das equações de predição da composição química do corpo vazio (CVZ), realizou-se uma regressão linear entre as composições do CVZ e da seção HH (Tabela 5). Desta forma, com base nos teores de proteína, de gordura, de cinzas e de água da seção HH, estimou-se a composição do corpo vazio de cordeiros Morada Nova (Tabela 6). Os valores para os teores de proteína, de extrato etéreo e de água do corpo vazio observados mostraram-se altamente correlacionados (Figura 2) com os valores estimados utilizando-se a composição química da seção HH para proteína, gordura e água, com os valores do coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) igual a 0,95; 0,94 e 0,92, respectivamente.

Trabalhando com bovinos, Peron et al. (1993) verificaram correlações significativas de 0,93 e 0,99 para proteína e gordura, respectivamente. Henrique et al. (1999) e Alleoni et al. (1999) também concluíram que a percentagem de extrato etéreo no corpo vazio estimado pela seção HH mostrou-se altamente correlacionada com a composição química do corpo vazio.

Os resultados citados por Hankins e Howe (1946) e Kelly et al. (1968), trabalhando com bovinos envolvendo a comparação do teor de cinzas do corte das 9<sup>a</sup> e 11<sup>a</sup> costelas com os encontrados na carcaça, apresentaram menores coeficientes de

correlação, levando os autores a concluírem que o uso desse corte para fins de predição do teor de cinzas da carcaça seria questionável.

As estimativas dos parâmetros da equação de regressão das porcentagens observadas no corpo vazio para os teores de extrato etéreo, proteína bruta, cinzas e água, em função das porcentagens desses componentes no corte das 9ª e 11ª costelas, encontram-se na Tabela 5.

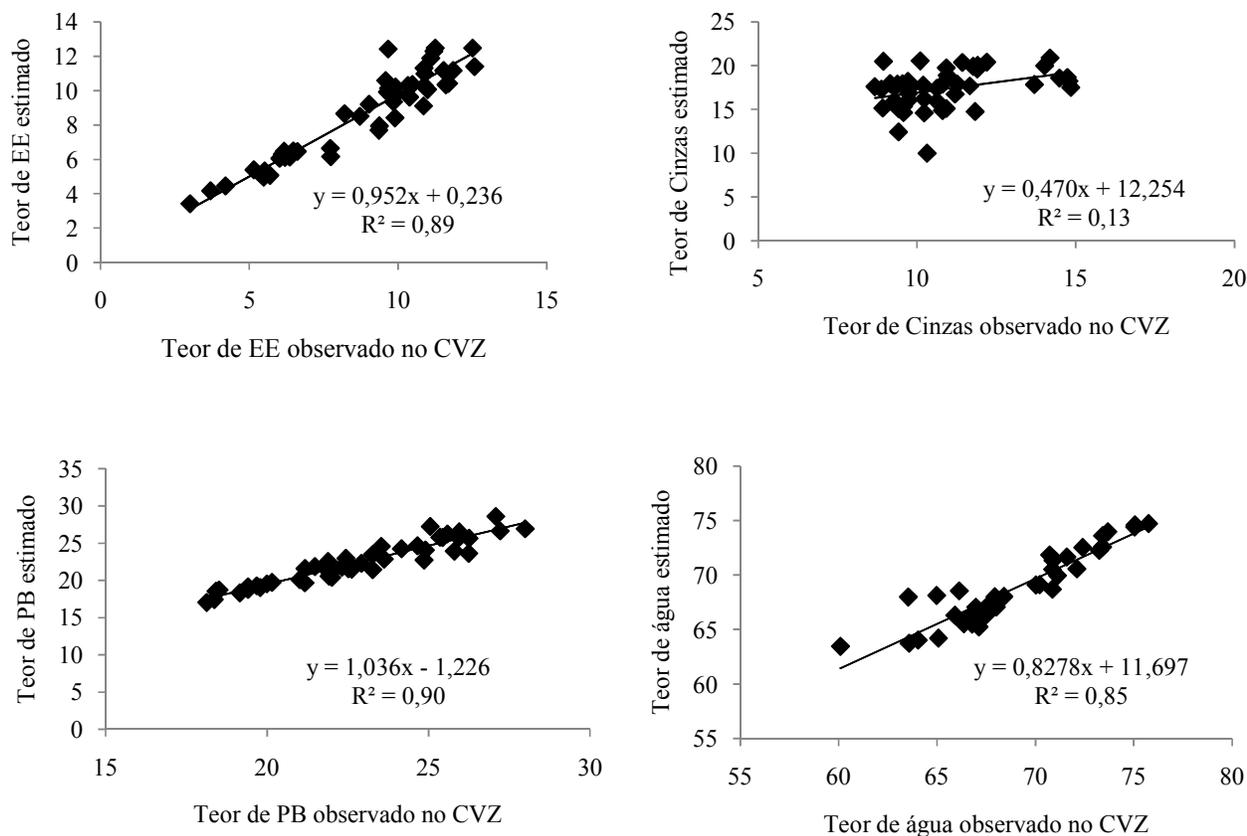
Os valores dos teores de extrato etéreo, de proteína e de água do CVZ estimados, utilizando-se a composição química da seção HH, foram próximos aos valores observados quando se utilizou a composição química da carcaça para determinação do conteúdo corporal do CVZ (Tabela 6). Para o teor de cinzas no CVZ, ao utilizar-se a composição química da seção HH, o valor obtido foi superestimado em 39,90% (Figura 2).

**Tabela 5** – Relações entre os componentes químicos observados no corpo vazio e estimados por meio da seção HH em cordeiros Morada Nova

Itens	Regressão					
	Intercepto		Coeficiente de inclinação		R <sup>2</sup>	r
	Estimativa	Valor P	Estimativa	Valor P		
Extrato estéreo	0,238	0,004	0,952	<0,001	0,89	0,94
Proteína bruta	1,226	0,297	1,036	0,009	0,90	0,95
Cinzas	12,254	0,871	0,470	0,877	0,13	0,37
Água	11,696	0,005	0,828	<0,001	0,85	0,92

**Tabela 6** – Médias e amplitudes de variação para as percentagens de extrato etéreo, proteína bruta e cinzas no corpo vazio observado e estimado por meio da seção HH

Componente	Composição observada	Composição estimada	
		Extrato Etéreo	
Média (%)	9,64		9,20
Desvio Padrão (%)	2,55		2,57
Amplitude de variação (%)	3,01 – 12,57		2,42 – 12,47
		Proteína Bruta	
Média (%)	22,53		22,20
Desvio Padrão (%)	2,69		2,93
Amplitude de variação (%)	18,13 – 27,99		17,04 – 28,61
		Cinzas	
Média (%)	10,63		17,69
Desvio Padrão (%)	1,77		2,26
Amplitude de variação (%)	8,68 – 14,84		10,01 – 20,89
		Água	
Média (%)	65,95		68,03
Desvio Padrão (%)	3,62		3,25
Amplitude de variação (%)	60,09 – 75,76		63,46 – 74,71



**Figura 2** – Relação entre os teores de extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), cinzas e água do corpo vazio observados e estimados por meio da seção HH

De acordo com Paulino et al. (2005), o fato de o coeficiente de determinação obtido pela regressão entre os valores do teor de cinzas no CVZ estimado, utilizando-se a composição química da seção HH, e o obtido, utilizando-se a composição da carcaça, ter sido inferior àqueles referentes aos teores de proteína e de extrato etéreo não invalida o método empregado, conforme discutido anteriormente para a estimativa da composição física da carcaça.

A equação gerada não refletiu alto grau de precisão para o teor de cinzas tanto quanto o obtido para os demais constituintes. Vários autores apontaram menor precisão da estimativa do teor de minerais no corpo vazio ou na carcaça a partir da composição de cortes da costela (HANKINS e HOWE, 1946; ALHASSAN et al. 1975; LANNA et al., 1995; HENRIQUE et al., 2003).

A partir dos teores de extrato etéreo, de proteína, de cinzas e de água da carcaça e da composição química da seção entre as 9<sup>a</sup> e 11<sup>a</sup> costelas, obtiveram-se as equações de predição da composição química do corpo vazio para cordeiros Morada Nova: %EE

na carcaça =  $-6,443 + 2,879 * \%EE$  na seção HH ( $R^2=0,76$ );  $\%PB$  na carcaça =  $-21,05 + 3,052 * \%PB$  na seção HH ( $R^2=0,83$ );  $\%Cinzas$  =  $4,52 - 0,362 * \%Cinzas$  na seção HH ( $R^2=0,15$ );  $\%Água$  =  $7,55 + 0,878 * \%Água$  na seção HH ( $R^2 = 0,85$ ).

## CONCLUSÃO

Os resultados apresentados neste estudo indicam que a composição química da seção entre as 9<sup>a</sup> e 11<sup>a</sup> costelas prediz com precisão a composição de proteína, de gordura e de água da carcaça de cordeiros Morada Nova.

A composição química da seção entre as 9<sup>a</sup> e 11<sup>a</sup> costelas pode ser utilizada em substituição à composição química à carcaça para predizer a composição química do corpo vazio em cordeiros Morada Nova.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: CAB International, 1993. 159p.

ALLEONI, G.F., LEME, P.R., BOIN, C. et al. Equações de estimativa da composição química corporal de novilhos Nelore a partir da composição física e química dos cortes da costela. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre. **Anais...**Porto Alegre: SBZ, 1998. CD-ROM.

ALLEONI, G.F., LEME, P.R., BOIN, C., NARDON, R.F., DEMARCHI, J.J.A.A., VIEIRA, P.F., TEDESCHI, L.O., Avaliação da composição química e física dos cortes da costela para estimar a composição química corporal de novilhos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.382–390, 1997.

ALLEONI, G.F.; LEME, P.R.; BOIN, C. et al. **Determinação da composição do corpo vazio, do ganho de peso e das exigências de energia e proteína para manutenção e ganho de peso em bovinos da raça Nelore, Canchim e Brangus**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia de Nova Odessa, 2001. (Relatório Científico Fapesp: Processo 97/02590-5).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of AOAC international**. 14.ed. Washington, DC.: 1990. 1094p.

CASALI, A.O., DETMANN, E., VALADARES FILHO, S.C., PEREIRA, J.C., HENRIQUES, L.T., FREITAS, S.G., PAULINO, M.F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.

CROOKER, B.A.,WEBER,W.J., ANDREW, S.M. Development and use of deuterium oxide dilution equations to predict body composition of Holstein cows. In: MCCracken, K.J., UNSWORTH, E.F., WYLIE, A.R.G. (Eds.), **Proceedings of the Energy Metabolism of Farm Animals**,vol. 14. Newcastle, pp. 177–180, 1997.

FERNANDES, M.H.M.R.; RESENDE, K.T.; TEDESCHI, L.O.; FERNANDES JR., J.S.; TEIXEIRA; I.A.M.A.; CARSTENS, G.E.; BERCHIELLI, T.T. Predicting the

chemical composition of the body and the carcass of 3/4Boer × 1/4Saanen kids using body components. **Small Ruminants Research**, v. 75, n.1, p.90-98, 2008.

GONZAGA NETO, S.; SILVA SOBRINHO, A.G.; RESENDE, K.T.; ZEOLA, N.M.B.L.,; SILVA, A.M.A.; MARQUES, C.A.T.; LEÃO, A.G. 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. (supl.)

GUIROY, P.J., FOX, D.G., TEDESCHI, L.O., BAKER, M.J., CRAVEY, M.D. Predicting individual feed requirements of cattle fed in groups. **Journal of Animal Science**, v.79, n.8, p.1983–1995, 2001.

HALL, M. B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. Bulletin No. 339, University of Florida, Gainesville, USA, 2000.

HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. [T.B.]: United States Department of Agriculture, 1946. p.1-19. (Technical Bulletin, 926).

HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A.A.M.; LEME, P.R.; LEME, P.R.; ALLEONI, G.F.; LANNA, D.P.D. Estimativa da composição química corporal de tourinhos Santa Gertrudis a partir da composição química e física das 9<sup>a</sup>-10<sup>a</sup>-11<sup>a</sup> costelas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.709-718, 2003.

KIRTON, A.H., DUGANZICH, D.M., FEIST, C.L., BENNETT, G.L., WOODS, E.G. Prediction of lamb carcass composition from GR and carcass weight. **Proceedings: New Zealand Society of Animal Production**. v.45, p.63–65, 1985.

KELLY, R.F.; FONTENOT, J.P.; GRAHAM, P.P. et al. Estimates of carcass composition of beef cattle fed at different planes of nutrition. **Journal of Animal Science**, v.27, n.3, p.620-627, 1968.

KRAYBILL, H.F., BITTER, H.L., HANKINS, O.G., Body composition of cattle. II. Determination of fat and water content from measurement of body specific gravity. **Journal of Applied Physics**.v.4, p.575–583, 1952.

LANNA, D.P.D. **Estimativa da composição química do corpo vazio de tourinhos Nelore através da gravidade específica da carcaça e da composição de corte das costelas**. 1988. 131f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347–358, 1996.

MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R. Predição da composição corporal e da carcaça a partir da seção entre a 9ª e 11ª costelas em bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1597-1604, 2009.

McMANUS, C., PAIVA, S. R., ARAÚJO, R. O. Genetics and breeding of sheep in Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.236-246, 2010. (supl. especial)

MEDEIROS, A.N. **Body composition and net energy and protein requirements for maintenance and weight gain for goats saanen in the initial growth**. 2001. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista/FCAV, Jaboticabal, 2001.

MILLER, M.F., CROSS, H.R., BAKER, J.F., BYERS, F.M., RECIO, H.A. Evaluation of live and carcass techniques for predicting beef carcass composition. **Meat Science**, v.23, p.111–129, 1988.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 8th edn. National Academy Press, Washington, DC, USA, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of sheep**. 6.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985. 99p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC), **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and NewWorld Camelids**. National Academy Press, Washington, DC, USA, 2007.

NOUR, A.Y.M, THONNEY, M.L. Chemical composition of angus and holstein carcasses predicted from rib section composition. **Journal of Animal Science**, v.72, n.5, p.1239-1241, 1994.

PAULINO, P.V.R.; COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F.; VALADARES, R.F.D.; MAGALHÃES, K.A.; DETMANN, E.; PORTO, M.O. MORAES, K.A.K. Validação das equações desenvolvidas por Hankins e Howe para predição da composição da carcaça de zebuínos e desenvolvimento de equações para estimativa da composição corporal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.327-339, 2005.

PERON, A.J., FONTES, C.A.A., LANA, R.P.; QUEIROZ, A.C.; SILVA, D.J.; FREITAS, J.A. Predição da composição corporal e da carcaça de bovinos através de métodos indiretos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.2, p.227-237, 1993.

POWEL, W.E.; HUFFMAN, D.L. An evaluation of quantitative estimates of beef carcass composition. **Journal of Animal Science**, v.27, n.6, p.1554-1558, 1968.

REGADAS FILHO, J.G.L.; PEREIRA, E.S.; VILLARROEL, A.B.S.; PIMENTEL, P.G.; MEDEIROS, A.N.; FONTENELE, R.M.; MAIA, I.S.G. Composição corporal e exigências líquidas proteicas de ovinos Santa Inês em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, p.1339-1346, 2011.

SAS, 2003. **SAS System for Windows**, Release 9.1 (TS1M3). SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA.

SILVA, A.M.A.; SANTOS, E.M.; PEREIRA FILHO, J.M. Body composition and nutritional requirements of protein and energy for body weight gain of lambs browsing in a tropical semiarid region. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.210-216, 2010.

SILVA, F.F. **Desempenho, características de carcaça, composição corporal e exigências nutricionais (de energia, proteína, aminoácidos e macrominerais) de novilhos Nelore, nas fases de recria e engorda, recebendo diferentes níveis de concentrado e proteína**. 2001. 211p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D.G., RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

STANFORD, K.; JONES, S.D.M.; PRICE, M.A. Methods of predicting lamb carcass composition: A review. **Small Ruminant Research**, v.29, n.3, p.241–254, 1998.

STANFORD, K.; MCALLISTER, T.; MCDUGALL, M.; BAILEY, D.R.C. Use of ultrasound for the prediction of carcass characteristics in Alpine goats. **Small Ruminant Research**, v.15, n.2, p.195–201, 1985.

TEIXEIRA, I.A.M.A. **Methods to estimate body composition and nutritional requirements of f1 Boer x Saanen kids**. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista/FCAV, Jaboticabal, 2004.

TRENKLE, A. Use of urea and deuterium oxide to measure body composition. **Journal of Animal Science**, v.63, suppl.2, p.1–9, 1986.

VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 1.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, 2006. 141p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nostarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p. 3583-3597, 1991.

WELLS, R.S.; PRESTON, R.L. Effects of repeated urea dilution measurement on feedlot performance and consistency of estimated body composition in steers of different breed types. **Journal of Animal Science**, v.76, n.11, p.2799–2804, 1998.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

O aumento do teor de energia metabolizável em rações para cordeiros Morada Nova pode ser uma estratégia nutricional para promover incremento do consumo e da digestibilidade dos nutrientes e também aumento no ganho em peso médio diário dos animais, sem comprometimento das características de carcaça.

As exigências líquidas de energia e de proteína para manutenção e ganho em peso para cordeiros Morada Nova são inferiores aos valores comumente recomendados pelos principais sistemas de avaliação de alimentos e exigências nutricionais para ovinos.

A eficiência de utilização de energia metabolizável para manutenção e ganho em peso para cordeiros Morada Nova são condizentes com os valores apresentados pelos principais sistemas de alimentação e exigências nutricionais de ruminantes.

As exigências de nutrientes digestíveis totais e de proteína bruta para cordeiros Morada Nova são semelhantes aos recomendados pelo *National Research Council* (2007) para animais de maturidade tardia.

Os resultados obtidos neste trabalho, juntamente com resultados de outras pesquisas, servirão de base para uma futura elaboração de tabelas de exigências nutricionais para ovinos deslanados criados nas condições do semiárido brasileiro.

O modelo SRNS é confiável para prever o consumo de matéria seca e ganho de peso médio diário para cordeiros Morada Nova.

Os resultados apresentados neste estudo indicam que a composição química dos órgãos, do sangue e da seção HH prediz com precisão a composição de proteína, de gordura e de água do corpo em cordeiros Morada Nova.

Em virtude da variabilidade genética dos ovinos deslanados criados na região do semiárido brasileiro, outros experimentos devem ser conduzidos, com maior diversidade de animais, para formação de um banco de dados que possibilite gerar equações para predição da composição corporal de ovinos a partir do corte entre as 9ª e 11ª costelas com maior acurácia e precisão.