

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

**EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE CORDEIROS DA RAÇA SOMALIS  
BRASILEIRA**

**RILDSON MELO FONTENELE**

**FORTALEZA-CE**  
**NOVEMBRO/2014**

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

**EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE CORDEIROS DA RAÇA SOMALIS  
BRASILEIRA**

**RILDSON MELO FONTENELE**  
*Zootecnista*

**FORTALEZA-CE**  
**NOVEMBRO/2014**

**RILDSON MELO FONTENELE**

**EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE CORDEIROS DA RAÇA  
SOMALIS BRASILEIRA**

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

**FORTALEZA-CE  
NOVEMBRO/2014**

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

---

F762e Fontenele, Rildson Melo  
2014 Exigências nutricionais de cordeiros da raça Somalis brasileira/Rildson Melo Fontenele. –  
106f. :Il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias,  
Departamento de Zootecnia, Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, Fortaleza, 2014.  
Área de Concentração: Nutrição Animal  
Orientação: Prof. Dra. Elzânia Sales Pereira.

1. Nutrição animal. 2. Zootecnia. 3. Ovinos. I. Título.

---

CDD 636.08

**RILDSON MELO FONTENELE**  
**EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE CORDEIROS DA RAÇA SOMALIS**  
**BRASILEIRA**

Tese defendida e aprovada em 07 de novembro de 2014

Comissão Examinadora:

---

Prof. Dra. Elzânia Sales Pereira  
Orientadora

---

Prof. Dr. Aderbal Marcos de Azevedo Silva  
Membro

---

Prof. Dra. Andréa Pereira Pinto  
Membro

---

Profa. Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros  
Membro

---

Profa. Dra. Maria Socorro de Sousa Carneiro  
Membro

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**RILDSON MELO FONTENELE** – Nascido em Sobral, Ceará, no dia 09 de outubro de 1982. Filho de Maria da Conceição Melo Fontenele e de Nilton de Castro Fontenele. Ingressou no Curso de Zootecnia da Universidade Estadual Vale do Ceará no mês de fevereiro do ano de 2003, onde se formou no mês de janeiro de 2008. Em março de 2008 ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, obtendo o grau de Mestre em agosto de 2010. Em agosto de 2010 ingressou no curso de Doutorado Integrado em Zootecnia das instituições Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal Rural do Pernambuco, obtendo o grau de Doutor em novembro de 2014.

“A vida não é um corredor reto e tranquilo que nós percorremos livres e sem empecilhos, mas um labirinto de passagens, pelas quais nós devemos procurar nosso caminho, perdidos e confusos, de vez em quando presos em um beco sem saída. Porém se tivermos fé, uma porta sempre será aberta para nós, não talvez aquela sobre a qual nós mesmos nunca pensamos, mas aquela que definitivamente se revelará boa para nós”.

(Archibald Joseph Cronin)

## **DEDICO**

A Deus por sempre ter me dado forças para continuar lutando pelo que sempre quis.

Aos meus pais Nilton de Castro Fontenele e Maria da Conceição Melo Fontenele, meus amigos, que sempre me apoiaram em tudo que fiz e que sempre estão ao meu lado.  
Sempre preocupados, me deram forças para atingir mais essa etapa.

Aos meus irmãos Eronilton e Alechandre, pela amizade verdadeira, pela companhia nos momentos difíceis e pela certeza de que posso contar com eles sempre.

E aos meus sobrinhos Bruno, Christian e Ícaro, por alegrarem a minha vida nos momentos mais difíceis.



## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela vida, pela força para enfrentar todos os desafios e pela perseverança para realizar nossas aspirações.

A Prof<sup>ª</sup>. Elzânia, pela orientação acadêmica e oportunidades profissionais que me proporcionou.

A Prof<sup>ª</sup>. e amiga Maria Socorro de Souza Carneiro, mostrando-se sempre como uma grande amiga e ajudando-me sempre que precisei. Muito obrigado pela oportunidade, confiança, paciência e principalmente por sua amizade.

A Helena e a Dona Roseane, por sempre colaborarem durante a realização de minhas análises no Laboratório de Nutrição Animal – LANA/DZ/CCA/UFC. Principalmente a Dona Roseane, que muitas vezes deixou de exercer a função de laboratorista para exercer a função de mãe para me ajudar.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade da realização deste Curso.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

A todos meus sinceros agradecimentos. Muito obrigado.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS .....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xiv
RESUMO GERAL .....	xv
ABSTRACT .....	xviii
CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	1
<b>CAPÍTULO 1 – Composição corporal e exigências de energia líquida para ovinos da raça Somalis Brasileira alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável .....</b>	<b>3</b>
RESUMO .....	4
ABSTRACT .....	5
INTRODUÇÃO .....	6
MATERIAL E MÉTODOS.....	7
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	13
CONCLUSÃO .....	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	20
<b>CAPÍTULO 2 – Exigências de proteína líquida para ovinos da raça Somalis Brasileira alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável.....</b>	<b>24</b>
RESUMO .....	25
ABSTRACT .....	26
INTRODUÇÃO .....	27
MATERIAL E MÉTODOS.....	28
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	34
CONCLUSÃO .....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	40
<b>CAPÍTULO 3 – Eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso e avaliação do modelo <i>Small Ruminant Nutrition System</i> em ovinos Somalis Brasileira .....</b>	<b>44</b>
RESUMO .....	45
ABSTRACT .....	46
INTRODUÇÃO .....	47
MATERIAL E MÉTODOS.....	49
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	55

<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>61</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>62</b>
<b>CAPÍTULO 4 – Predição da composição química de ovinos da raça Somalis Brasileira usando a composição química da seção HH .....</b>	<b>66</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>67</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>68</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>69</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>70</b>
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>76</b>
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>84</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>85</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES .....</b>	<b>88</b>

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 1

	Página
<b>Tabela 1</b> – Composição das dietas experimentais .....	9
<b>Tabela 2</b> – Valores médios de parâmetros de consumo e retenção de nutrientes em ovinos Somalis Brasileira .....	13
<b>Tabela 3</b> – Composição corporal média no peso de corpo vazio em ovinos Somalis Brasileira alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável .....	15
<b>Tabela 4</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 de gordura e energia em função do PCVZ em ovinos Somalis Brasileira .....	15
<b>Tabela 5</b> – Estimativa das concentrações de gordura e energia, em função do peso de corpo vazio (PCVZ) em ovinos Somalis Brasileira.....	16
<b>Tabela 6</b> – Deposição de gordura e energia por kg de ganho de peso de corpo vazio (PCVZ) em ovinos Somalis Brasileira .....	17

### Capítulo 2

<b>Tabela 1</b> – Composição das dietas experimentais .....	30
<b>Tabela 2</b> – Valores médios de parâmetros de consumo e retenção de nutrientes em ovinos Somalis Brasileira .....	34
<b>Tabela 3</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 do conteúdo corporal de proteína em ovinos Somalis Brasileira .....	35
<b>Tabela 4</b> – Estimativa da concentração de proteína, em função do peso de corpo vazio (PCVZ) em ovinos Somalis Brasileira.....	35
<b>Tabela 5</b> – Estimativa da exigência líquida de proteína para GPCVZ em diferentes intervalos de peso corporal (PC) em ovinos Somalis Brasileira em crescimento .....	36

### Capítulo 3

<b>Tabela 1</b> – Composição das dietas experimentais .....	51
<b>Tabela 2</b> – Energia bruta (EB, Mcal/kg MS), nutrientes digestíveis totais (NDT, %), consumos de matéria seca total (CMS <sub>t</sub> , g/kg <sup>0,75</sup> PCVZ), para manutenção (CMS <sub>m</sub> , g/kg <sup>0,75</sup> PCVZ) e ganho (CMS <sub>g</sub> , g/kg <sup>0,75</sup> PCVZ), concentrações de energia líquida de manutenção (EL <sub>m</sub> , Mcal/kg MS) e ganho (EL <sub>g</sub> , Mcal/kg MS), metabolizabilidade (q <sub>m</sub> ) da dieta e eficiências de uso da energia metabolizável para manutenção (k <sub>m</sub> ) e ganho (k <sub>g</sub> ) de ovinos Somalis Brasileira em crescimento .....	56
<b>Tabela 3</b> – Requerimentos nutricionais de energia líquida para manutenção (EL <sub>m</sub> ) e ganho (EL <sub>g</sub> ), energia metabolizável para manutenção (EM <sub>m</sub> ) e ganho (EM <sub>g</sub> ) e nutrientes digestíveis totais (NDT) de ovinos Somalis Brasileira em crescimento.....	57
<b>Tabela 4</b> – Requerimentos nutricionais de proteína líquida para manutenção (PL <sub>m</sub> ) e ganho (PL <sub>g</sub> ), proteína metabolizável para manutenção (PM <sub>m</sub> ), ganho (PM <sub>g</sub> ), total (PM <sub>t</sub> ), proteína microbiana (P <sub>mic</sub> ), proteína degradada (PDR) e não degradada no rúmen (PNDR) e proteína bruta (PB) em ovinos Somalis Brasileira em crescimento....	58

### Capítulo 4

<b>Tabela 1</b> – Composição das dietas experimentais .....	72
<b>Tabela 2</b> – Médias e amplitudes de variação para as porcentagens de água, gordura, proteína bruta e matéria mineral na carcaça e seção HH de ovinos Somalis Brasileira em crescimento .....	76
<b>Tabela 3</b> – Relações entre os componentes químicos observados na carcaça e estimados por meio da seção HH em cordeiros Somalis Brasileira em crescimento .....	76
<b>Tabela 4</b> – Médias e amplitudes de variação para as porcentagens de água, gordura, proteína bruta e matéria mineral no corpo vazio observado e estimado por meio da seção HH em ovinos Somalis Brasileira em crescimento .....	80
<b>Tabela 5</b> – Relações entre os componentes químicos observados no corpo vazio e estimados por meio da seção HH em cordeiros Somalis Brasileira em crescimento.....	81

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo 1

	<b>Página</b>
<b>Figura 1</b> - Relação entre o logaritmo da produção de calor e consumo de energia metabolizável.....	18

### Capítulo 2

<b>Figura 1</b> – Relação entre a retenção de N e o consumo de N em ovinos Somalis Brasileira em crescimento .....	37
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

### Capítulo 3

<b>Figura 1</b> – Relação entre o consumo de matéria seca (CMS) observado e predito pelo modelo SRNS em ovinos Somalis Brasileira em crescimento.....	59
<b>Figura 2</b> – Relação entre o ganho médio diário de peso corporal (GMD) observado e predito pelo modelo SRNS em ovinos Somalis Brasileira em crescimento.....	60

### Capítulo 4

<b>Figura 1</b> – Relação entre os teores (%) de água, gordura, proteína bruta (PB) e matéria mineral (MM) observados na carcaça e estimados pela seção HH. ....	79
<b>Figura 2</b> – Relação entre os teores (%) de água, gordura, proteína bruta (PB) e matéria mineral (MM) observados no corpo vazio (CVZ) e estimados pela seção HH. ....	82

## EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE CORDEIROS DA RAÇA SOMALIS BRASILEIRA

**RESUMO GERAL** – Objetivou-se com o seguinte trabalho determinar as exigências nutricionais de energia e proteína em ovinos Somalis Brasileira. Utilizou-se 48 ovinos Somalis Brasileira em crescimento, não-castrados, com idade e peso corporal (PC) médio de 60 dias e  $13,47 \pm 1,76$  kg, respectivamente. Após um período de adaptação de 20 dias, oito animais foram abatidos e utilizados como referência para estimativas do peso de corpo vazio (PCVZ) e da composição corporal inicial dos demais animais. Os animais remanescentes foram distribuídos em um delineamento em blocos casualizados, sendo os tratamentos, rações contendo diferentes níveis de energia metabolizável (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg MS), com oito repetições. O peso de abate foi determinado quando a média de peso dos animais de um dos cinco tratamentos atingiu 28 kg. A exigência líquida de energia para manutenção foi estimado extrapolando-se a equação de regressão do logaritmo da produção de calor, em função do consumo de energia metabolizável (CEM) para o nível zero de CEM. A excreção diária de nitrogênio (N) foi estimada extrapolando-se a equação de regressão de consumo de N ( $\text{g/kg PC}^{0,75}/\text{dia}$ ) em função da retenção de N ( $\text{g/kg PC}^{0,75}/\text{dia}$ ) para o consumo zero. Foram ajustadas equações de regressão do logaritmo do conteúdo de gordura, energia e proteína em função do logaritmo do PCVZ dos animais. A concentração de energia líquida da dieta para manutenção, foi obtida dividindo-se a produção de calor em jejum, pelo CMS para manter o equilíbrio de energia, expresso em g de MS/kg  $\text{PCVZ}^{0,75}$ . A validação do modelo SRNS foi realizada através do ajuste de modelo de regressão linear simples entre os valores preditos (variável independente) e observados (variável dependente), as variáveis analisadas foram CMS e GPC. A composição química corporal foi determinada utilizando a composição da meia carcaça direita, assim como uma amostra da seção HH, obtida da meia carcaça esquerda. Na meia-carcaça esquerda resfriada, retirou-se o corte da seção HH, pela secção transversal da 9<sup>a</sup>-10<sup>a</sup>-11<sup>a</sup> costelas no ponto correspondente a 61,5% da distância entre a vértebra seccionada e o início da cartilagem da 12<sup>a</sup> costela, em seguida, a seção HH foi moída em moedor de carne industrial e homogeneizada. O ganho médio diário e o ganho de peso de corpo vazio aumentaram linearmente com o aumento dos níveis de energia metabolizáveis. Já o peso corporal final, peso corporal ao abate, peso de corpo vazio, consumo de matéria seca e consumo de energia metabolizável apresentaram efeito quadrático ( $P < 0,001$ ) com o aumento do nível de energia. O teor de energia e de gordura de PCVZ dos animais aumentou de 2,77 Mcal/kg e 209,17 g/kg para 3,47 Mcal/kg e 294,08 g/kg de PCVZ, respectivamente, e o PC aumentou de 13,00 para 28,70 kg. O consumo de nitrogênio apresentou efeito quadrático, com ponto de máxima de 2,59 Mcal/kg MS de energia metabolizável, correspondendo ao consumo máximo de N de 2,90 g/kg  $\text{PC}^{0,75}/\text{dia}$ . Já para o nitrogênio retido diariamente, observou-se resposta linear crescente com o aumento nos níveis de energia metabolizável nas dietas. Observou-se uma diminuição da quantidade de proteína no corpo vazio dos animais com o aumento do PCVZ, passando de 143,71 para 122,52 g/kg PCVZ, quando os animais aumentaram o peso corporal de 13,00 para 28,70 kg. A excreção diária de N foi estimada em 0,128 g/kg  $\text{PC}^{0,75}/\text{dia}$ . A composição corporal de ovinos Somalis Brasileira varia de 538,28 a 593,93 g/kg de PCVZ para água, 228,17 a 353,13 g/kg de PCVZ para gordura, 114,53 a 157,93 g/kg de PCVZ para proteína e 17,94 a 31,68 g/kg de PCVZ de matéria mineral, para dietas contendo 1,18 a 2,69 Mcal/kg de MS, respectivamente. A exigência líquida de energia para manutenção é 45,63 g/kg  $\text{PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$ . O aumento no peso dos animais de 13,00 para 28,70 kg PC eleva as deposições de gordura de 283,75 para 398,93 g/kg

GPCVZ e energia de 3,42 para 4,30 Mcal/kg GPCVZ. A exigência líquida de proteína para manutenção é  $0,80 \text{ g/kg PC}^{0,75}$ /dia, havendo uma diminuição da exigência líquida de proteína para GPCVZ de 119,72 para 102,07 g/kg GPCVZ, conforme o peso corporal aumenta de 13,00 para 28,70 kg. A eficiência de uso da energia metabolizável para manutenção é de 0,67. Já a eficiência de uso da energia metabolizável para ganho varia de 1,85 a 0,43 para dietas contendo 1,18 a 2,69 Mcal/hg MS respectivamente. As exigências líquidas de energia e proteína elevam-se com o aumento do peso corporal e aumento do ganho de peso corporal dos ovinos Somalis Brasileira. O modelo Small Ruminant Nutrition Systems é sensível para prever o consumo de matéria seca, entretanto, subestimou em 5,18% o ganho médio diário de peso corporal. A seção HH estimou satisfatoriamente a composição química de água, proteína e gordura na carcaça e no corpo vazio, enquanto o teor de minerais foi subestimado em torno de 27,07% na carcaça e 14,91% no corpo vazio. Os teores de água, proteína bruta e gordura da carcaça podem ser preditos pela seção HH. Por fim, a composição química da seção HH pode ser utilizada em substituição à composição química da carcaça para prever composição química do corpo vazio em ovinos Somalis Brasileira.

**Palavras-chave:** Abate comparativo, método indireto, modelo mecanicista, relação volumoso:concentrado



## NUTRITIONAL REQUIREMENTS OF BRAZILIAN SOMALI LAMBS

**ABSTRACT** - The objective of the following work to determine the nutritional requirements of energy and protein in Brazilian Somali sheep. We used 48 sheep Brazilian Somali growing, non-castrated, age and body weight (BW) average of 60 days and  $13.47 \pm 1.76$  kg respectively. After a 20 day adaptation period, eight animals were slaughtered and used as a reference for estimates of empty body weight (EBW) and initial body composition of other animals. The remaining animals were distributed in a randomized block design, with the treatments, diets with different levels of metabolizable energy (1.18; 2.07; 2.25; 2.42 and 2.69 Mcal/kg DM), with eight repetitions. The weight of slaughter animals was determined when the weight average of the five treatments was 28 kg. The net energy requirement for maintenance was estimated extrapolating the logarithmic regression equation of heat production, depending on the metabolizable energy intake (MEI) to the zero level of MEI. The daily excretion of nitrogen (N) was estimated by extrapolating to N consumption regression equation ( $\text{g/BW}^{0.75}$  kg/day) as a function of the N retention ( $\text{g/BW}^{0.75}$  kg/day) for consumption zero. They were adjusted regression of log equations fat content, protein and energy in the logarithm of EBW animals. The concentration of net energy for maintenance diet was obtained by dividing the heat production in fasting, the DMI to maintain energy balance in  $\text{g DM/kg EBW}^{0.75}$ . The validation of the SRNS model was performed using the simple linear regression model fit between the predicted values (independent variable) and observed (dependent variable), variables were analyzed DMI and BWG. The body composition was determined using the composition of the right half carcass, as well as a sample of the section HH, obtained from the left crankcase half. In middle housing cooled left, retreated cutting the section HH, the cross section of the 9th-10th-11th rib at the point corresponding to 61.5% of the distance between the sectioned vertebrae and the beginning of the 12th rib cartilage in then, the HH section was ground in grinder industrial and homogenised meat. The average daily gain and empty body weight gain increased linearly with increasing metabolizable energy levels. But the final body weight, body weight at slaughter, empty body weight, dry matter intake and metabolizable energy intake showed a quadratic effect ( $P < 0.001$ ) with increasing energy level. Energy and fat EBW of the animals increased from 2.77 Mcal/kg to 209.17 g/kg to 3.47 Mcal/kg to 294.08 g/kg EBW, respectively, and increased the BW 13.00 to 28.70 kg. Consumption of nitrogen showed quadratic effect with point of maximum of 2.59 Mcal/kg DM of metabolizable energy, corresponding to the maximum consumption of N of 2.90 g/kg  $\text{BW}^{0.75}$ /day. As for the nitrogen retained daily, there was a positive linear correlation with the increase in metabolizable energy levels in the diets. There was a decreased amount of protein in the empty body of animals with increased EBW, from 143.71 to 122.52 g/kg EBW, when the animals increased the body weight of 13.00 to 28.70 kg. The daily excretion of N was estimated at  $0.128 \text{ g/BW}^{0.75}$  kg/day. The body composition of Brazilian Somali sheep ranges from 538.28 to 593.93 g/kg EBW for water, from 228.17 to 353.13 g/kg EBW for fat, 114.53 to 157.93 g/kg EBW for protein and from 17.94 to 31.68 g/kg of EBW of mineral matter, for diets containing 1.18 to 2.69 Mcal/kg DM, respectively. The net energy

requirement for maintenance is  $45.63 \text{ g/kg EBW}^{0.75}/\text{day}$ . The increase in animal weight of 13.00 to 28.70 kg BW increases the deposition of fat from 283.75 to 398.93 g/kg EBW and energy of 3.42 to 4.30 Mcal/kg EBW. The protein requirement for maintenance is  $0.80 \text{ g/BW}^{0.75} \text{ kg/day}$ , with a decreased protein requirement for EBW of 119.72 to 102.07 g/kg EBW, as the weight increases by 13.00 to 28.70 kg. The use efficiency of metabolizable energy for maintenance is 0.67. Already use efficiency of metabolizable energy for gain varies from 1.85 to 0.43 for diets containing 1.18 to 2.69 Mcal/kg DM, respectively. The net requirements of energy and protein increase with increasing body weight and increase in body weight gain of Brazilian Somali sheep. The model Small Ruminant Nutrition Systems is sensitive to predict dry matter intake, however, underestimated in 5.18% the average daily weight gain. The section HH satisfactorily estimated the chemical composition of water, protein and fat in the carcass and empty body, while the mineral content was underestimated around 27.07% 14.91% housing and empty body. The water content, crude protein and carcass fat can be predicted by section HH. Finally, the chemical composition of section HH can be used to replace the chemical composition of the carcass to predict chemical composition of empty body in Brazilian Somalis sheep.

**Kay-works:** Comparative slaughter, indirect method, mechanistic model, roughage:concentrate

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

No Nordeste brasileiro, os animais são criados, predominantemente, em sistemas extensivos, não-tecnificados, onde, em função da estacionalidade das plantas forrageiras, alternam períodos de ganho e perda de peso, verificando-se como consequência, baixas taxas de natalidade, elevada idade à primeira cria e ao abate e baixa taxa de desfrute.

Devido à falta de tecnologia e a sazonalidade produtiva e qualitativa de recursos forrageiros, essa Região necessita de animais que sejam rústicos e adaptados a tais condições. Diante do exposto, a raça Somalis Brasileira é uma boa opção, por se tratar de uma raça rústica, com baixo índice de mortalidade e bastante adaptada ao semiárido nordestino.

Os animais dessa raça caracterizam-se por acumular reserva de gordura na garupa durante a época de alimentação abundante, para servir como fonte energética na época de escassez de alimentos. Esses animais, além de adaptados ao clima da Região Nordeste, apresentam menor exigência nutricional quando comparados com os animais exóticos, permitindo menor custo de produção.

Nos últimos anos há uma grande procura por produtos ovinos, principalmente carne de cordeiro, sendo o Nordeste a Região com o maior rebanho ovino do Brasil. Entretanto, apesar do aumento da procura por carne ovina, observa-se que a grande parte dessa carne é proveniente de carcaças de baixa qualidade. E os principais motivos da baixa qualidade das carcaças são animais abatidos com idades avançadas, nutrição inadequada e peso e condição corporal baixas.

A eficiência produtiva e econômica dos sistemas de produção depende, em grande parte, do uso de medidas racionais de manejo, principalmente no tocante à nutrição. Dessa forma, o confinamento é uma alternativa para o aumento da disponibilidade de carne ovina. Mas para obtenção de ganhos que compense economicamente a adoção desse sistema de criação, a ração deverá conter níveis adequados de proteína e energia, dessa forma maximizando o uso de ração concentrada, com isso reduzindo a permanência dos animais na fase de terminação, elevando as taxas de ganho de peso e eficiência alimentar, dessa forma diminuindo os custos de alimentação.

Portanto, o acurado conhecimento das exigências nutricionais dos animais permite um melhor ajuste da oferta de nutrientes para os animais e, com isso, a maximização da eficiência de uso dos nutrientes nos diversos sistemas de produção.

As recomendações nutricionais, principalmente, das exigências nutricionais de ovinos são dependentes de comitês internacionais, como os britânicos (ARC e AFRC), o francês (INRA), o australiano (CSIRO) e, principalmente, o norte-americano (NRC). Dessa forma, a adoção de dados preconizados por esses comitês na formulação de rações para ovinos pode não proporcionar resultados esperados, pela falta ou desperdício de nutrientes, ocasionados por fatores como raça, nível nutricional ao qual os animais são submetidos, alimentos disponíveis e condições ambientais.

Os trabalhos com o intuito de estabelecer as exigências nutricionais de ovinos no Brasil iniciaram-se em meados da década de 90, demonstrando significativo atraso em relação aos comitês internacionais. Como é o caso do ARC, base para o desenvolvimento da maioria dos comitês internacionais atuais, que desde a década de 80 apresenta equações para predição da composição corporal e das exigências nutricionais de pequenos ruminantes.

A partir do ARC os comitês internacionais evoluíram e hoje apresentam elevado grau de sofisticação, sendo compostos por modelos matemáticos como o *Small Ruminant Nutrition System* (SRNS), que são capazes de estimar com precisão a resposta animal.

O principal fator limitante para o desenvolvimento de um sistema nutricional aplicado as condições brasileiras é o elevado custo dos experimentos de exigências nutricionais. O motivo disso é que para determinação da composição corporal, premissa básica em estudos de exigências nutricionais e mobilização de nutrientes, é comumente realizada com base na análise química do corpo dos animais.

Diante do exposto, a solução para o elevado custo dos experimentos dessa linha de pesquisa, é estimular a integração entre grupos de pesquisas que atuam na área para viabilização de um manual de normas e padrões de nutrição e alimentação de ovinos no Brasil.

## **CAPÍTULO 1**

---

**Composição corporal e exigências de energia líquida para ovinos da raça Somalis Brasileira alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável**

## **Composição corporal e exigências de energia líquida para ovinos da raça Somalis Brasileira alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável**

### **RESUMO**

Avaliou-se a composição corporal e as exigências líquidas de energia para manutenção e ganho de peso de corpo vazio em ovinos Somalis Brasileira alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável. Utilizou-se 48 ovinos Somalis Brasileira em crescimento, não-castrados, com idade e peso corporal (PC) médio de 60 dias e  $13,47 \pm 1,76$  kg, respectivamente. Após um período de adaptação de 20 dias, oito animais foram abatidos e utilizados como referência para estimativas do peso de corpo vazio (PCVZ) e da composição corporal inicial dos demais animais. Os animais remanescentes foram distribuídos em um delineamento em blocos casualizados, sendo os tratamentos, rações contendo diferentes níveis de energia metabolizável (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg MS), com oito repetições. O peso de abate foi determinado quando a média de peso dos animais de um dos cinco tratamentos atingiu 28 kg. A exigência líquida de energia para manutenção foi estimado extrapolando-se a equação de regressão do logaritmo da produção de calor, em função do consumo de energia metabolizável (CEM) para o nível zero de CEM. Foram ajustadas equações de regressão do logaritmo do conteúdo de gordura e energia em função do logaritmo do PCVZ dos animais. O ganho médio diário e o ganho de peso de corpo vazio, aumentaram linearmente com o aumento dos níveis de energia metabolizáveis. Já o peso corporal final, peso corporal ao abate, peso de corpo vazio, consumo de matéria seca e consumo de energia metabolizável apresentaram efeito quadrático ( $P < 0,001$ ) com o aumento do nível de energia. O teor de energia e de gordura de PCVZ dos animais aumentou de 2,77 Mcal/kg e 209,17 g/kg para 3,47 Mcal/kg e 294,08 g/kg de PCVZ, respectivamente, e o PC aumentou de 13,00 para 28,70 kg. A composição corporal de ovinos Somalis Brasileira varia de 538,28 a 593,93 g/kg de PCVZ para água, 228,17 a 353,13 g/kg de PCVZ para gordura, 114,53 a 157,93 g/kg de PCVZ para proteína e 17,94 a 31,68 g/kg de PCVZ de matéria mineral, para dietas contendo 1,18 a 2,69 Mcal/kg de MS, respectivamente. A exigência líquida de energia para manutenção em ovinos Somalis Brasileira é  $45,63 \text{ g/kg PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$ . O aumento no peso dos animais de 13,00 para 28,70 kg PC eleva as deposições de gordura de 283,75 para 398,93 g/kg GPCVZ e energia de 3,42 para 4,30 Mcal/kg GPCVZ.

**Palavras-chave:** Abate comparativo, energia digestível, manutenção

## **Body composition and net energy requirements for sheep Brazilian Somali fed different levels of energy**

### **ABSTRACT**

We evaluated body composition and net energy requirements for maintenance and empty body weight gain in Brazilian Somali sheep fed different levels of metabolizable energy. We used 48 sheep Brazilian Somali growing, non castrated, age and body weight (BW) average of 60 days and  $13.47 \pm 1.76$  kg, respectively. After a 20 day adaptation period, eight animals were slaughtered and used as a reference for estimates of empty body weight (EBW) and initial body composition of other animals. The remaining animals were distributed in a randomized block design, with the treatments, diets with different levels of metabolizable energy (1.18; 2.07; 2.25; 2.42 and 2.69 Mcal/kg DM), with eight repetitions. The weight of slaughter animals was determined when the weight average of the five treatments was 28 kg. The net energy requirement for maintenance was estimated extrapolating the logarithmic regression equation of heat production, depending on the metabolizable energy intake (MEI) to the zero level of MEI. Regression equations were adjusted the logarithm of the fat content and energy as a function of the logarithm of EBW of animals. The average daily gain and empty body weight gain, increased linearly with increasing metabolizable energy levels. But the final body weight, body weight at slaughter, empty body weight, dry matter intake and metabolizable energy intake showed a quadratic effect ( $P < 0.001$ ) with increasing energy level. Energy and fat EBW of the animals increased from 2.77 Mcal/kg to 209.17 g/kg to 3.47 Mcal/kg to 294.08 g/kg EBW, respectively, and increased the BW 13.00 to 28.70 kg. The body composition of Brazilian Somali sheep ranges from 538.28 to 593.93 g/kg EBW for water, from 228.17 to 353.13 g/kg EBW for fat, 114.53 to 157.93 g/kg EBW for protein and from 17.94 to 31.68 g/kg of EBW of mineral matter, for diets containing 1.18 to 2.69 Mcal/kg DM, respectively. The net energy requirement for maintenance in Brazilian Somali sheep is  $45.63 \text{ g/kg EBW}^{0.75}/\text{day}$ . The increase in animal weight of 13.00 to 28.70 kg BW increases the deposition of fat from 283.75 to 398.93 g/kg EBW and energy of 3.42 to 4.30 Mcal/kg EBW.

**Keywords:** Comparative slaughter, digestible energy, maintenance

## INTRODUÇÃO

Muitos estudos sobre alimentação têm sido realizados com ovinos para determinar suas necessidades nutricionais e utilização da dieta. No entanto, há poucos sistemas de avaliação de dieta de ovinos se comparado ao número de sistemas para bovinos, e muitas vezes são menos desenvolvidos, baseados em abordagens mais simples, e biologicamente mais empíricos do que os sistemas para bovinos (CANNAS, 2004). Ovinos deslanados e seus cruzamentos são comumente usados em sistemas de produção de carne em regiões tropicais. Eles possuem habilidades para suportar o clima quente e úmido, tolerar a intensa incidência solar, a resistir a parasitas, e utilizar alimentos de má qualidade.

As orientações do Conselho Norte Americano de Pesquisa para a produção de pequenos ruminantes (NRC, 2007) são amplamente adotadas para formular dietas em todo o mundo; no entanto, os requisitos de energia e de nutrientes são baseados em dados de ovinos lanados. A literatura sobre as necessidades nutricionais de ovinos deslanados é bem escassa, e no Brasil, existem poucos estudos sobre o assunto (SILVA et al., 2003; GONZAGA NETO et al., 2005; REGADAS FILHO et al., 2013; COSTA et al., 2013).

A Somalis Brasileira é uma raça ovina que chegou pela primeira vez no Brasil em 1939, trazido por agricultores do Rio de Janeiro, mas não se adaptou bem às condições climáticas do estado. O clima mais seco e quente encontrado do Nordeste do País foi mais adequado (PAIVA et al., 2011). Estes animais são usados, preferencialmente, para a produção de carne e está bem adaptado à agricultura extensiva e semi-extintiva. Há pouca informação disponível sobre ovinos Somalis Brasileira, e a maioria dos estudos envolvendo esta raça baseia-se em cruzamentos para a produção de animais mais pesados para produção de carne. Entre todas as raças, Somalis mostrou o mais alto nível de diferenciação.

Diante disso, objetivou-se com o seguinte trabalho determinar a composição corporal e exigências de energia líquida para manutenção e ganho de peso de corpo vazio em ovinos Somalis Brasileira em crescimento, alimentados com dietas contendo 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, Estado do Ceará, no período de novembro de 2010 a fevereiro de 2011. Os procedimentos e cuidados com os animais foram seguidos de acordo com o comitê ético dessa Universidade.

Foram utilizados 48 cordeiros Somalis Brasileira, não-castrados, com peso corporal (PC) médio inicial de  $13,47 \pm 1,76$  kg e, aproximadamente, 60 dias de idade, identificados, vermifugados, aplicado complexo vitamínico e confinados em baias individuais com piso de concreto e providas de comedouro e bebedouro.

Após um período de adaptação de 20 dias, oito animais foram selecionados aleatoriamente e abatidos para servir como referência para as estimativas do peso do corpo vazio inicial (PCVZi) e da composição corporal inicial dos 40 animais remanescentes.

Os 40 animais remanescentes, foram distribuídos em um delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos e oito repetições, sendo os tratamentos, dietas com diferentes níveis de energia metabolizável (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg MS), obtidos a partir de diferentes relações volumoso:concentrado (100:0; 80:20; 60:40; 40:60; 20:80).

As rações experimentais foram formuladas conforme o NRC (2007), sendo constituídas de feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.), grão de milho moído, farelo de soja, ureia, calcário, fosfato bicálcico, cloreto de sódio e premix mineral (Tabela 1). As rações foram fornecidas à vontade na forma de mistura total (ração concentrada + volumoso), duas vezes ao dia, às 8:00 e 16:00 horas, e ajustadas de forma a permitir sobras em torno de 20% do fornecido, com água à disposição dos animais.

A quantidade de ração oferecida e de sobras, que ficavam nos cochos, foi registrada diariamente para determinação do consumo de matéria seca total. Após 20 dias de adaptação dos 40 animais remanescentes às dietas, foram coletadas, diariamente, sobras de cada animal antes da oferta matinal, sendo pesadas, amostradas, acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenadas em freezer a  $-10$  °C para formar amostra composta/animal. As amostras de ração, coletadas semanalmente, também foram armazenadas em freezer a  $-10$  °C. Essas amostras, juntamente com as sobras, foram pré-secas e moídas em moinho tipo Willey (Arthur H.

Thomas, Philadelphia, PA, EUA) com peneira de malha de 1 mm, para posteriores análises laboratoriais.

Para estimativa da excreção fecal, foi utilizada a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), conforme descrito por Casali et al., (2008). Quinzenalmente, foram coletadas amostras de fezes por três dias consecutivos nos horários de 8:00 h (primeiro dia), 12:00 h (segundo dia) e 16:00 h (terceiro dia) durante o período experimental. As amostras foram armazenadas para formar, posteriormente, uma amostra composta/animal.

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 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 ± 5 °C, durante 24 horas, depois foram pesados e o resíduo foi considerado a fração de FDNi (CASALI et al., 2008).

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados de acordo com Weiss (1999) (Eq. [1]).

$$\text{NDT} = \text{PBd} + \text{CNFd} + \text{FDNcpd} + (\text{EEd} \times 2,25) \quad [1]$$

Sendo que: PBd, CNFd, FDNcpd e EEd correspondem a: proteína bruta digestível, carboidratos não fibrosos digestíveis, fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína digestível e extrato etéreo digestível, respectivamente.

Para estimativa da energia digestível (ED), considerou-se que 1 kg de NDT contém 4,409 Mcal de ED e para estimação da energia metabolizável (EM), considerou-se o valor de 82% da energia digestível (NRC, 2000) (Eq. [2]).

$$\text{EM (Mcal/kg MS)} = \text{ED} \times 0,82 \quad [2]$$

As rações concentradas, feno e sobras foram secados em estufa de ventilação forçada a 55 °C ± 5 °C, durante 72 h. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho Wiley com tela de um milímetro de diâmetro (Arthur H. Thomas, Philadelphia,

PA, EUA). As amostras foram submetidas às análises de matéria seca (MS; AOAC, 1990; número método 930,15), matéria mineral (MM; AOAC, 1990; número método 924,05), proteína bruta (PB; AOAC, 1990; número método 984,13), extrato etéreo (EE; AOAC, 1990; número método 920,39) e fibra em detergente ácido (FDA; AOAC, 1990). Para analisar a fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram, corrigidas para a cinza residual (MERTENS, 2002) e compostos nitrogenados residuais (LICITRA et al., 1996). Os teores de carboidratos totais (CT) foram obtidos conforme Sniffen et al. (1992) (Eq. [3]) e os carboidratos não fibrosos (CNF) segundo a equação proposta por Weiss (1999) (Eq. [4]). Para os concentrados, por causa da presença de ureia na sua constituição, o CNF foi calculado a partir da equação adaptada por Hall (2000) (Eq. [5]).

$$CT (\%) = 100 - (\% PB + \% EE + \% MM) \quad [3]$$

$$CNF (\%) = 100 - (\% PB + \% FDN_{cp} + \% EE + \% MM) \quad [4]$$

$$CNF = 100 - [(\% PB - \% PB \text{ derivado de ureia} + \% \text{ da ureia}) + \% FDN_{cp} + \% EE + \% MM] \quad [5]$$

Tabela 1. Composição das dietas experimentais.

Parâmetro	Níveis de EM (Mcal/kg MS)				
	1,18	2,07	2,25	2,42	2,69
	Relação volumoso:concentrado				
Feno de capim-Tifton 85	100	80	60	40	20
Concentrado	0	20	40	60	80
	Ingredientes do concentrado (g/kg MS)				
Fubá de milho	-	158,7	694,5	724,6	756,2
Farelo de soja	-	806,5	285,3	248,8	225,9
Ureia	-	30,0	12,5	11,2	5,0
Calcário	-	-	-	5,4	6,6
Fosfato bicálcico	-	-	-	-	0,7
Cloreto de sódio	-	04,0	7,0	9,3	5,0
Premix mineral <sup>a</sup>	-	0,8	0,7	0,7	0,6
	Composição bromatológica da dieta (g/kg MS)				
Matéria seca	920,2	920,0	920,6	920,0	919,5
Matéria mineral	56,3	56,9	46,8	42,3	40,2
Proteína bruta	92,5	164,2	160,3	165,8	169,5
Extrato etéreo	23,3	24,6	34,0	45,3	49,5
Fibra em detergente neutro	791,0	666,7	527,2	389,3	255,0
FDN <sub>cp</sub>	721,8	601,1	473,5	343,4	212,4
Fibra em detergente ácido	352,4	299,0	234,5	173,9	114,0

CT	827,9	754,3	735,0	746,6	729,8
CNF	106,1	164,1	270,6	415,4	524,8
NDT	347,8	576,8	608,8	668,5	745,0

<sup>a</sup>Composição: Ca 7,5%; P 3%; Fe 16,500 ppm; Mn 9,750 ppm; Zn 35,000 ppm; Se 225ppm; Co 1000 pmm; FDNcp: Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; CT: Carboidratos totais; CNF: Carboidratos não fibrosos; NDT: Nutrientes digestíveis totais.

Os animais foram pesados no início do experimento e a cada sete dias, durante o período experimental. Também ocorreram pesagens intermediárias, quando o peso corporal dos animais se aproximava dos 28 kg, peso determinado para o abate.

O peso de abate foi determinado quando a média de peso dos animais de um dos cinco tratamentos atingiu 28 kg. À medida que os animais de cada tratamento foram abatidos, escolhiam-se dois animais que estavam recebendo a ração com 1,18 Mcal de EM/kg de MS (animais do grupo manutenção), para serem abatidos.

Antes do abate, os animais foram pesados e submetidos a jejum de sólido e líquido por 18 horas. Decorrido este tempo, foram novamente pesados para obtenção do peso corporal ao abate (PCA), objetivando determinação da perda de peso decorrente do jejum imposto. No momento do abate, os animais foram insensibilizados, por atordoamento, na região atla-occipital, seguido de sangria por quatro minutos, através da secção da carótida e jugular. O sangue foi recolhido para pesagem, em recipiente com peso previamente conhecido.

O corpo dos animais foi dividido em cabeça, couro, sangue, patas, cauda, órgãos internos (fígado, coração, pulmões + traquéia e língua + esôfago, bexiga, rins, baço e aparelho reprodutivo), trato digestivo (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso) e gorduras (omental, mesentérica, do coração e perirenal) os quais foram pesados separadamente.

O trato gastrintestinal foi separado, pesado cheio e em seguida, esvaziado, lavado e após o escorrimento da água foi novamente pesado para obtenção do peso do conteúdo do trato gastrintestinal (CTGI).

O peso do corpo vazio (PCVZ) foi estimado como sendo a diferença entre o peso corporal ao abate (PCA) e os pesos referentes aos conteúdos do trato gastrintestinal (CTGI), da bexiga (CB) e da vesícula biliar (CVB) (Eq. [6]).

$$PCVZ = PCA - (CTGI + CB + CVB) \quad [6]$$

As carcaças foram pesadas para obtenção do peso da carcaça quente (PCQ). Posteriormente, as carcaças, depois de envolvidas por sacos plásticos identificados por animal/tratamento, foram transportadas para câmara frigorífica a 4 °C e mantidas por 24 horas. Transcorrido esse tempo, foi realizada uma secção na sínfise ísquio-pubiano, seguindo o corpo e a apófise espinhosa do sacro, das vértebras lombares e dorsais, submetendo à carcaça a um corte longitudinal para a obtenção de metades aproximadamente simétricas.

A meia carcaça direita + cabeça + couro + sangue + patas + cauda + órgãos internos + trato digestivo + gorduras, foram cortados em cubos com o auxílio de fita serra, pré-desengordurados por imersão em éter de petróleo e moídos em moedor industrial de carne, homogeneizados separadamente, recolhidos e armazenados em freezer a -10 °C. Posteriormente, essas amostras foram descongeladas em câmara fria a 4 °C, pesadas em recipientes plásticos e desidratadas em liofilizador a -40 °C e -60 °C por 48 horas.

Após a liofilização, as amostras foram desengorduradas por extração em éter de petróleo utilizando aparelho de Soxhlet (AOAC, 1990; número método 920,39), por 12 horas. O conteúdo de matéria seca, da amostra engordurada, foi determinado em estufa de ventilação forçada a 105 °C ± 5 °C até peso constante. A matéria mineral e proteína bruta foram determinadas após desengorduramento das amostras, conforme procedimentos mencionados para as rações concentradas, feno e sobras.

O processo de liofilização foi realizado no Laboratório de Nutrição Animal/UFCG/Patos, PB e as outras análises químicas no Laboratório de Nutrição Animal/UFC/Fortaleza, CE.

A determinação do teor de água, gordura e proteína do corpo vazio (CVZ) foi realizada em função da proporcionalidade e do teor de água, gordura e proteína da cabeça + patas + cauda + sangue + órgãos internos + trato digestivo, meia carcaça direita e couro analisados separadamente, totalizando 100% do PCVZ.

A estimativa da energia corporal (EC) foi obtida a partir dos teores corporais de gordura (GC) e proteína bruta (PBC) e seus respectivos equivalentes calóricos, conforme equação preconizada pelo ARC (1980) (Eq. [7]).

$$EC \text{ (Mcal)} = 5,6405 \text{ (PBC, kg)} + 9,3929 \text{ (GC, kg)} \quad [7]$$

Os conteúdos de gordura e energia retidos no corpo dos animais foram estimados por meio de equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de gordura ou energia em função do logaritmo do PCVZ, segundo ARC (1980) (Eq. [8]).

$$\text{Log } Y = a + b \text{ Log } X + e \quad [8]$$

Onde: Log Y: logaritmo na base 10 do conteúdo total de gordura (g) ou energia (Mcal) no corpo vazio; a: intercepto; b: coeficiente de regressão do conteúdo do constituinte em função do peso de corpo vazio; Log X: logaritmo do peso de corpo vazio (kg); e: erro aleatório associado a cada observação.

A exigência de energia líquida para ganho e a deposição de gordura no ganho de PCVZ foram estimadas derivando-se a equação do conteúdo corporal de energia e gordura, em função do logaritmo do PCVZ (Eq. [9]).

$$Y' = b \times 10^a \times X^{(b-1)} \quad [9]$$

Onde: Y' = conteúdo de gordura (g) por unidade de ganho de PCVZ (g/kg de GPCVZ) ou exigência de energia líquida (kcal/kg de GPCVZ); X = peso de corpo vazio (kg); a = intercepto; b = coeficiente de regressão da equação logarítmica alométrica da composição corporal.

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 GPC e também entre PCVZ e PC de todos os animais experimentais. Para regressão linear entre PCVZ e PC, além dos animais experimentais, foram utilizados também os animais referência.

A exigência de energia líquida para manutenção (ELm) foi estimada como sendo o anti-log do intercepto da equação obtida a partir da regressão linear entre o logaritmo da produção de calor (PCI) e o consumo de energia metabolizável (CEM) dos animais experimentais (LOFGREEN e GARRET, 1968).

As análises de variância foram realizadas pelo procedimento PROC GLM e, as análises de regressão foram realizadas por meio da rotina PROC REG (SAS, 2003), sendo testados os efeitos lineares e quadráticos para todas as variáveis, adotando-se o nível de 5% de probabilidade para o erro do Tipo I.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ganho médio diário (GMD, Eq. [11],  $EPM = 7,338$ ,  $R^2 = 0,63$ ) e o ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ, Eq. [12],  $EPM = 5,328$ ,  $R^2 = 0,70$ ), expressos em g/dia, aumentaram linearmente quando a concentração de energia metabolizável na dieta aumentou (Tabela 2).

$$GMD = - 56,271 + 72,220*EM \quad [11]$$

$$GPCVZ = - 74,963 + 76,346*EM \quad [12]$$

Tabela 2 - Valores médios de parâmetros de consumo e retenção de nutrientes em ovinos Somalis Brasileira.

Variáveis	Referência	Níveis de EM na dieta (Mcal/kg MS)					Nível de significância	
		1,18	2,07	2,25	2,42	2,69	L	Q
Dias ao abate	-	-	104	103	101	102	-	-
PCi	13,53	12,44	13,82	13,70	13,60	13,69	0,001	0,001
PCf	13,53	15,73	21,70	24,23	28,71	26,49	0,348	0,029
PCA	13,00	15,14	20,96	23,69	28,10	25,99	0,171	<0,001
PCVZ	10,44	11,53	17,15	20,32	24,54	22,88	0,052	0,005
GMD	-	32,07	75,79	102,29	149,64	125,49	<0,001	0,167
GPCVZ	-	19,83	62,04	94,42	139,00	120,53	<0,001	0,222
CMS	-	61,33	67,59	72,82	76,47	63,10	0,137	0,029
CEM	-	80,76	165,64	197,57	237,98	215,20	0,360	<0,001
PCI	-	68,83	135,11	154,61	173,37	164,28	0,430	<0,001
RE	-	11,93	30,52	42,96	64,60	50,91	0,185	<0,001

PCi (kg): Peso corporal inicial; PCf (kg): Peso corporal final; PCA (kg): Peso corporal ao abate; PCVZ (kg): Peso de corpo vazio; GMD (g/dia): Ganho médio diário; GPCVZ (g/dia): Ganho de peso de corpo vazio; CMS (g/kg  $PCVZ^{0,75}$ /dia): Consumo de matéria seca; CEM (kcal/kg  $PCVZ^{0,75}$ /dia): Consumo de energia metabolizável; PCI (kcal/kg  $PCVZ^{0,75}$ /dia): Produção de calor; RE (kcal/kg  $PCVZ^{0,75}$ /dia): Retenção de energia.

O peso corporal final (PCf, Eq. [13],  $EPM = 0,869$ ,  $R^2 = 0,55$ ), peso corporal ao abate (PCA, Eq. [14],  $EPM = 0,869$ ,  $R^2 = 0,58$ ), peso de corpo vazio (PCVZ, Eq. [15],  $EPM = 0,847$ ,  $R^2 = 0,63$ ), consumo de matéria seca (CMS, Eq. [16],  $EPM = 1,611$ ,  $R^2 = 0,17$ ) e consumo de energia metabolizável (CEM, Eq. [17],  $EPM = 9,525$ ,  $R^2 = 0,75$ ) apresentaram efeito quadrático ( $P < 0,001$ ) com o aumento do nível de energia nas dietas experimentais.

$$PCf = 3,479 + 11,134*EM - 0,784*EM^2 \quad [13]$$

$$PCA = 3,621 + 10,202*EM - 0,524*EM^2 \quad [14]$$

$$PCVZ = 1,739 + 7,943*EM + 0,144*EM^2 \quad [15]$$

$$CMS = 8,599 + 62,013*EM - 15,093*EM^2 \quad [16]$$

$$CEM = - 127,805 + 208,244*EM - 28,263*EM^2 \quad [17]$$

As dietas com níveis mais elevados de EM continham maior quantidade de concentrado e, portanto, teores mais elevados de carboidratos não fibrosos, o que resulta na sincronização máxima de carboidrato e proteína no rúmen e, conseqüentemente, maior crescimento microbiano (RUSSELL et al., 1992). Entretanto, à medida que aumenta a concentração de energia por unidade de alimento, o animal aumenta o consumo de matéria seca condicionado à capacidade do trato digestório de abrigar mais digesta. Contudo, chega o ponto no qual a produção de energia é suficiente para atender às exigências do animal e, a partir do qual, o consumo declina, de modo a manter o consumo de energia digestível ou metabolizável a uma taxa, aproximadamente, constante ou inferior.

Considerando-se o efeito quadrático no CEM, foi observada uma maior disponibilidade de energia, o que refletiu na retenção de energia diária (RE, Eq. [18],  $EPM = 3,163$ ,  $R^2 = 0,63$ ). Tendência semelhante foi observada para a produção de calor (PCI, Eq. [19],  $EPM = 6,979$ ,  $R^2 = 0,68$ ).

$$RE = - 27,147 + 32,633*EM - 0,408EM^2 \quad [18]$$

$$PCI = - 100,659 + 175,611EM - 27,855EM^2 \quad [19]$$

A ingestão de energia afeta a PCI devido a um aumento da massa e da atividade metabólica dos órgãos viscerais. Os resultados de Turner e Taylor (1983), utilizando bovinos, demonstraram que o PCI é maior com o aumento do plano nutricional, principalmente, devido a uma elevação no metabolismo associado com a reserva de



energia. Do mesmo modo, Williams e Jenkins (2003) propuseram que a EM consumida acima da exigência de manutenção está associada com uma elevação das funções vitais (metabolismo de suporte) e que esta PCI é ocasionada pela quantidade de CEM.

A concentração de energia metabolizável das dietas não afetou as concentrações de água, gordura, proteína e matéria mineral ( $P > 0,05$ ), quando expressa em g/kg de PCVZ (Tabela 3), apresentando uma variação de 538,28 a 593,93 g/kg de PCVZ para água, 228,17 a 353,13 g/kg de PCVZ para gordura, 114,53 a 157,93 g/kg de PCVZ para proteína e 17,94 a 31,68 g/kg de PCVZ de matéria mineral.

Tabela 3 - Composição corporal média no peso de corpo vazio (g/kg de PCVZ) em ovinos Somalis Brasileira alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável.

Composição Corporal	Referência	Nível de EM Mcal/kg de MS					EPM	P-valor	
		1,18	2,07	2,25	2,42	2,69		L	Q
Água	593,93	603,97	575,19	572,85	538,28	570,55	5,797	0,063	0,172
Gordura	228,17	251,96	280,72	299,58	353,13	295,48	8,854	0,096	0,293
Proteína	157,93	136,21	134,58	128,61	114,53	131,70	2,404	0,121	0,280
Matéria Mineral	31,68	23,36	24,13	21,61	17,94	22,83	0,710	0,246	0,510

As equações de predição do peso de corpo vazio (PCVZ) e ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) foram determinadas ajustando-se inicialmente o PCVZ e GPCVZ, em função do peso corporal (PC) e ganho de PC, respectivamente. Já as equações de gordura e energia, foram determinadas ajustando-se os respectivos componentes corporais em função do Log do PCVZ (Tabela 4). Os coeficientes de determinação indicam baixa dispersão dos dados, sugerindo equações bem ajustadas.

Para obtenção das equações de regressão para estimativas da composição corporal e da composição do ganho de peso corporal, foram utilizados os dados dos 40 cordeiros remanescentes, de forma a expressarem seus potenciais de desenvolvimento de acordo com as dietas.

Tabela 4 - 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 de gordura e energia em função do PCVZ em ovinos Somalis Brasileira.

Variáveis	Equação de regressão	R <sup>2</sup>	EPM	P-valor
PCVZ (kg)	$PCVZ = -3,049 + 0,956*PC$	0,97	0,133	<0,001
GPCVZ (kg)	$GPCVZ = -0,734 + 99,457*GPC$	0,89	0,261	<0,001
Gordura (g)	$Log\ Gord. = 1,974 + 1,357*Log\ PCVZ$	0,85	0,074	<0,001

Energia (Mcal)	Log Energ. = 0,210 + 1,238*Log PCVZ	0,92	0,048	<0,001
----------------	-------------------------------------	------	-------	--------

EPM: Erro padrão da média das regressões

Com base nos coeficientes apresentados na Tabela 4, foram calculadas as concentrações de gordura e energia no corpo vazio, em função do PCVZ dos animais (Tabela 5). Observou-se um aumento na quantidade de gordura de 209,17 para 294,08 g/kg PCVZ (aumento de 40,59%) e concentração de energia de 2,77 para 3,47 Mcal/kg PCVZ (aumento de 25,27%), conforme o peso dos animais passaram de 13,00 para 28,70 kg de PC. Essa elevação na deposição de gordura e energia no corpo também foi registrado pelo ARC (1980) e NRC (2007).

Tabela 5 - Estimativa das concentrações de gordura e energia, em função do peso de corpo vazio (PCVZ) em ovinos Somalis Brasileira.

PC (kg)	PCVZ (kg)	Energia (Mcal/kg PCVZ)	Gordura (g/kg PCVZ)
13,00	9,38	2,77	209,17
20,00	16,07	3,14	253,45
25,00	20,85	3,35	278,10
28,70	24,39	3,47	294,08

PC = Peso corporal, PCVZ = - 3,049 + 0,956\*PC

Com o incremento do peso corporal do animal, ocorrem aumento na proporção de gordura no PCVZ, em razão da redução do crescimento muscular e do aumento do tecido adiposo.

Biologicamente, quando um animal aumenta de peso, há um declínio no peso e na proporção dos órgãos viscerais, particularmente do fígado e trato digestório (MURRAY e SLEZACEK, 1988), que representam a maior parte da atividade metabólica, resultando numa redução no requerimento de energia para manutenção (FERRELL, 1988). Dessa forma, mais energia pode ser utilizada na deposição de nutrientes na carcaça, em particular de gordura (RYAN e WILLIAMS, 1989).

Para estimativa da deposições de gordura (Gord., Eq. [20], EPM = 0,267, R<sup>2</sup> = 0,92) e energia (Energ., Eq. [21], EPM = 0,176, R<sup>2</sup> = 0,87) nos diferentes pesos, derivaram-se as equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal destes constituintes, em função do PCVZ.

$$\text{Gord.} = 127,734 * \text{PCVZ}^{0,357} \quad [20]$$

$$\text{Energ.} = 2,009 * \text{PCVZ}^{0,238}$$

[21]

Os níveis de gordura e energia depositados por kg de GPCVZ são apresentados na Tabela 6. O aumento no peso dos animais de 13,00 para 28,70 kg PC elevou as deposições de gordura de 283,75 para 398,93 g/kg GPCVZ (aumento de 40,59%) e energia (3,42 para 4,30 Mcal/kg GPCVZ), havendo incremento de 25,73% na concentração de energia com a elevação do peso de 13,00 para 28,70 kg.

Tabela 6 - Deposição de gordura e energia por kg de ganho de peso de corpo vazio (PCVZ) em ovinos Somalis Brasileira.

PC (kg)	PCVZ (kg)	Exigência de energia (Mcal/kg GPCVZ)	Conteúdo de gordura (g/kg GPCVZ)
13,00	9,38	3,42	283,75
20,00	16,07	3,89	343,81
25,00	20,85	4,14	377,26
28,70	24,39	4,30	398,93

$$\text{PC} = \text{Peso corporal}, \text{PCVZ (Peso do corpo vazio)} = - 3,049 + 0,956 * \text{PC}$$

O comportamento da exigência de energia (Tabela 6) para ganho de peso corporal pode ser explicado pelas modificações na curva de crescimento. Segundo Owens (1993), a curva de crescimento de um animal pode ser representada por uma curva sigmóide com duas fases distintas, que se caracterizam por tendências bastante diferentes. Na primeira fase, o crescimento é acelerado, em razão do desenvolvimento dos tecidos ósseo e muscular, ativado pela liberação dos hormônios proteicos de crescimento (tiroxina e somatotropina), ocorrendo maior síntese de tecido muscular em relação ao adiposo. A segunda fase é caracterizada pela redução na intensidade de crescimento corporal, intensificando a deposição de tecido adiposo. Essa taxa de deposição de gordura corporal é influenciada também pela condição sexual. Portanto, fêmeas tendem a depositar maior quantidade de gordura corporal com o aumento do peso e da idade, seguidas pelos machos castrados e pelos machos não-castrados.

Considerando-se a diferença entre o consumo de energia metabolizável e a retenção de energia no corpo dos animais, estimou-se a produção de calor (PCI), estabelecendo uma equação de regressão do logaritmo da PCI em função da ingestão diária de EM (Log PCI, Eq.[22], EPM = 0,667, R<sup>2</sup> = 0,92) (Figura 1).

$$\text{Log PCI} = 1,659 + 0,003 * \text{CEM}$$

[22]

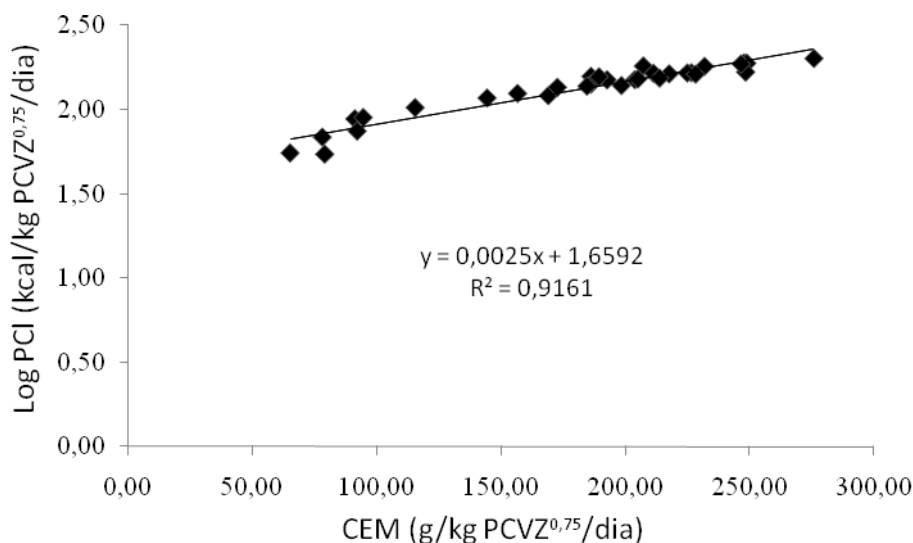


Figura 1 - Relação entre o logaritmo da produção de calor e consumo de energia metabolizável.

Extrapolando a ingestão de EM ao nível zero, obteve-se o valor relativo à produção de calor do animal em jejum de 45,63 kcal/kg PCVZ<sup>0,75</sup>/dia, representando a exigência de ELM para cordeiros em crescimento de 13,00 a 28,70 kg PC.

A exigência de energia para manutenção dos animais pode ser definida como a quantidade de energia dos alimentos consumidos que não resultaria em ganho ou perdas de energia corporal (NRC, 1984; NRC, 1996) e, também, como a quantidade de energia equivalente a quantidade de calor produzido pelo animal em estado de jejum. Portanto, a energia de manutenção é um atributo importante, pois segundo Ferrel e Jenkins (1985), 65 a 70% da energia necessária para produção de carne é utilizada para suprir o requerimento de manutenção.

O valor obtido para energia líquida de manutenção (ELM) de 45,63 kcal/kg PCVZ<sup>0,75</sup> foi próximo ao relatado por Gonzaga Neto et al. (2005) (52,49 kcal/kg PCVZ<sup>0,75</sup>), trabalhando com ovinos Moradas Nova e Regadas Filho et al. (2011) (50,72 kcal/kg PCVZ<sup>0,75</sup>), trabalhando com ovinos Santa Inês.

## CONCLUSÃO

A composição corporal de ovinos Somalis Brasileira varia de 538,28 a 593,93 g/kg de PCVZ para água, 228,17 a 353,13 g/kg de PCVZ para gordura, 114,53 a 157,93 g/kg de PCVZ para proteína e 17,94 a 31,68 g/kg de PCVZ de matéria mineral, para dietas contendo 1,18 a 2,69 Mcal/kg de MS, respectivamente.

A exigência líquida de energia para manutenção em ovinos Somalis Brasileira é 45,63 g/kg PCVZ<sup>0,75</sup>/dia.

O aumento no peso dos animais de 13,00 para 28,70 kg PC eleva as deposições de gordura de 283,75 para 398,93 g/kg GPCVZ e energia de 3,42 para 4,30 Mcal/kg GPCVZ.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

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.

COSTA, M.R.G; PEREIRA, .E.S; SILVA, A.M.A; PAULINO, P.V.R; MIZUBUTI, I.Y; PIMENTEL, P.G; PINTO, A.P; ROCHA JUNIOR, J.N. Body composition and net energy and protein requirements of Morada Nova lambs. **Small Ruminant Research**, v.114, p.20-25, 2013.

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

FERRELL, C. L. Contribution of visceral organs to animal energy expenditure. **Journal of Animal Science**, v.66, n.3 (Suppl.), p.23-34, 1988.

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.

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, 793-806, 1968.

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.

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.

MURRAY, D. M., O. SLEZACEK. The effect of weight stasis on the non-carcass components of crossbred sheep. **Australian Journal of Agricultural Research**. v.39, p.653–658, 1988.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Necessidades nutritivas del ganado vacuno.** 3.ed. Buenos Aires: Hemisfério sur., 104p. 1984.

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

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.

OWENS, F.N.; DUBESKI, P.; HANSON, C.F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.71,n.6, p.3138-3150, 1993.

PAIVA, S.R; FACÓ, O; FARIA, D.A; LACERDA, T; BARRETTO, G.B; CARNEIRO, P.L.S; LOBO, R.N.B; McMANUS, C. Molecular and pedigree analysis applied to conservation of animal genetic resources: the case of Brazilian Somali hair sheep. **Tropical Animal Health Production**, v.43, p.1449-1457, 2011.

REGADAS FILHO, J.G.L.; PEREIRA, E.S.; SELAIVE-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.

REGADAS FILHO, J.G.L.; PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; VILLARROEL, A.B.S.; MEDEIROS, A.N.; FONTENELE, R.M. Body composition and net energy requirements for Santa Ines lambs. **Small Ruminant Research**, v.109, p.107-112, 2013.

RYAN, W. J., WILLIAMS, I. H. Changes in the body composition of sheep fed a maintenance level. In: **Proceedings of the Australian Society of Animal Production**. v.18, p.344–347, 1989.

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. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3351-3561, 1992.

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

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

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

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

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.

WILLIAMS, C.B; JENKINS, T.G. A dynamic model of metabolizable energy utilization in growing and mature cattle. III. Model evaluation. **Journal of Animal Science**, v.81, 1390–1398, 2003.

## **CAPÍTULO 2**

---

**Exigências de proteína líquida para ovinos da raça Somalis Brasileira alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável**

## Exigências de proteína líquida para ovinos da raça Somalis Brasileira alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável

### RESUMO

Avaliou-se a exigência líquida de proteína para manutenção e ganho de peso de corpo vazio em ovinos Somalis Brasileira alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável. Utilizou-se 48 ovinos Somalis Brasileira em crescimento, não-castrados, com idade e peso corporal (PC) médio de 60 dias e  $13,47 \pm 1,76$  kg, respectivamente. Após um período de adaptação de 20 dias, oito animais foram abatidos e utilizados como referência para estimativas do peso do corpo vazio (PCVZ) e da composição corporal inicial dos demais. Os animais remanescentes foram distribuídos em um delineamento em blocos casualizados, sendo os tratamentos, rações contendo diferentes níveis de energia metabolizável (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg MS), com oito repetições. O peso de abate foi determinado quando a média de peso dos animais de um dos cinco tratamentos atingiu 28 kg. A excreção diária de nitrogênio (N) foi estimada extrapolando-se a equação de regressão de consumo de N ( $\text{g/kg PC}^{0,75}/\text{dia}$ ) em função da retenção de N ( $\text{g/kg PC}^{0,75}/\text{dia}$ ) para o consumo zero. A derivada da equação de regressão do logaritmo do conteúdo de proteína em função do logaritmo do PCVZ dos animais permitiu a estimativa da exigência protéica líquida para ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ). O consumo de nitrogênio apresentou efeito quadrático, com ponto de máxima de 2,59 Mcal/kg MS de energia metabolizável, correspondendo ao consumo máximo de N de  $2,90 \text{ g/kg PC}^{0,75}/\text{dia}$ . Já para o nitrogênio retido diariamente, observou-se resposta linear crescente com o aumento nos níveis de energia metabolizável nas dietas. Observou-se uma diminuição da quantidade de proteína no corpo vazio dos animais com o aumento do PCVZ, passando de 143,71 para 122,52 g/kg PCVZ, quando os animais aumentaram o peso corporal de 13,00 para 28,70 kg. A excreção diária de N foi estimada em  $0,128 \text{ g/kg PC}^{0,75}/\text{dia}$ . A exigência líquida de proteína para manutenção em ovinos Somalis Brasileira é  $0,80 \text{ g/kg PC}^{0,75}/\text{dia}$ , havendo uma diminuição da exigência líquida de proteína para GPCVZ de 119,72 para 102,07 g/kg GPCVZ, conforme o peso corporal aumenta de 13,00 para 28,70 kg.

**Palavras-chaves:** Perdas endógenas, proteína metabolizável, relação volumoso:concentrado

## Net protein requirement for sheep Brazilian Somali fed different levels of energy

### ABSTRACT

Evaluated the net protein requirement for maintenance and empty body weight gain in sheep Brazilian Somali foods with different levels of metabolizable energy. We used 48 sheep Brazilian Somali growing, non castrated, age and body weight (BW) average of 60 days and  $13.47 \pm 1.76$  kg, respectively. After a 20 day adaptation period, eight animals were slaughtered and used as a reference for estimates of empty body weight (EBW) and initial body composition of others. The remaining animals were distributed in a randomized block design, with the treatments, diets with different levels of metabolizable energy (1.18; 2.07; 2.25; 2.42 and 2.69 Mcal/kg DM), with eight repetitions. The weight of slaughter animals was determined when the weight average of the five treatments was 28 kg. The daily excretion of nitrogen (N) was estimated by extrapolating to N intake regression equation ( $\text{g}/\text{BW}^{0.75}$  kg/day) as a function of the N retention ( $\text{g}/\text{BW}^{0.75}$  kg/day) for consumption zero. The derivative of the regression equation of the logarithm of protein content in function of the EBW logarithm of animals allowed an estimated net protein requirement for empty body weight gain (EBW). Intake of nitrogen showed quadratic effect with point of maximum of 2.59 Mcal/kg DM of metabolizable energy, corresponding to the maximum intake of N of  $2.90 \text{ g}/\text{kg BW}^{0.75}/\text{day}$ . As for the nitrogen retained daily, there was a positive linear correlation with the increase in metabolizable energy levels in the diets. There was a decreased amount of protein in the empty body of animals with increased EBW, from 143.71 to 122.52 g/kg EBW, when the animals increased the body weight of 13.00 to 28.70 kg. The daily excretion of N was estimated at  $0.128 \text{ g}/\text{BW}^{0.75}$  kg/day. The protein requirement for maintenance in Brazilian Somali sheep is  $0.80 \text{ g}/\text{BW}^{0.75}$  kg/day, with a decreased protein requirement for EBW of 119.72 to 102.07 g/kg EBW as the weight body increases 13.00 to 28.70 kg.

**Keywords:** Endogenous losses, metabolizable protein, roughage: concentrate

## INTRODUÇÃO

A proteína é geralmente o componente da alimentação de ruminantes mais caro em um sistema de produção e, conseqüentemente, as exigências de proteína podem ser úteis para garantir a rentabilidade dos sistemas de produção. As inter-relações existentes entre energia e proteína no organismo animal constituem, por sua vez, fatores determinantes da eficiência de uso dos nutrientes e, conseqüentemente, das exigências nutricionais dos animais (GALVANI et al., 2009).

Os sistemas evoluíram das determinações de exigências de proteína bruta para os atuais modelos de proteína metabolizável, que permitem adequar as exigências da população microbiana ruminal por compostos nitrogenados, assim como, as exigências dos ruminantes por proteína metabolizável. Os sistemas de proteína metabolizável têm estimando e permitido avanços no conhecimento sobre as exigências de aminoácidos por ruminantes e sobre o balanceamento do perfil de aminoácidos essenciais da proteína metabolizável (SANTOS e PEDROSO, 2011).

Diante disso, o estudo das exigências nutricionais de grupamentos genéticos de ovinos adaptados à restrição alimentar, tais como os indivíduos da raça Somalis Brasileira (originados após seleção e adaptação em regiões tropicais daqueles da raça Blackhead Persian), é preponderante para o adequado ajuste dietético nos trópicos (MAGALHÃES et al., 2010). Em regiões tropicais semiáridas, cuja escassez alimentar é frequente, avaliar as exigências nutricionais de grupos genéticos ovinos naturalizados, alimentados com dietas em diferentes relações volumoso:concentrado, pode contribuir para a melhoria da eficiência alimentar de cordeiros em terminação sob estas condições (SILVA et al., 2010).

Considerando-se o exposto, o presente estudo foi conduzido com o objetivo de determinar a exigências líquidas de proteína para manutenção e ganho de peso de corpo vazio em ovinos Somalis Brasileira em crescimento, alimentados com rações contendo 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, Estado do Ceará, no período de novembro de 2010 a fevereiro de 2011. Os procedimentos e cuidados com os animais foram seguidos de acordo com o comitê ético dessa Universidade.

Foram utilizados 48 cordeiros Somalis Brasileira, não-castrados, com peso corporal (PC) médio inicial de  $13,47 \pm 1,76$  kg e, aproximadamente, 60 dias de idade, identificados, vermifugados, aplicado complexo vitamínico e confinados em baias individuais com piso de concreto e providas de comedouro e bebedouro.

Após um período de adaptação de 20 dias, oito animais foram selecionados aleatoriamente e abatidos para servir como referência para as estimativas do peso do corpo vazio inicial (PCVZi) e da composição corporal inicial dos 40 animais remanescentes.

Os 40 animais remanescentes, foram distribuídos em um delineamento em blocos inteiramente casualizados com cinco tratamentos e oito repetições, sendo os tratamentos, dietas com diferentes níveis de energia metabolizável (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg MS), obtidos a partir de diferentes relações volumoso:concentrado (100:0; 80:20; 60:40; 40:60; 20:80).

As rações experimentais foram formuladas conforme o NRC (2007), sendo constituídas de feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.), grão de milho moído, farelo de soja, ureia, calcário, fosfato bicálcico, cloreto de sódio e premix mineral (Tabela 1). As rações foram fornecidas à vontade na forma de mistura total (ração concentrada + volumoso), duas vezes ao dia, às 8:00 e 16:00 horas, e ajustadas de forma a permitir sobras em torno de 20% do fornecido, com água à disposição dos animais.

A quantidade de ração oferecida e de sobras, que ficavam nos cochos, foi registrada diariamente para determinação do consumo de matéria seca total. Após 20 dias de adaptação dos 40 animais remanescentes às dietas, foram coletadas, diariamente, sobras de cada animal antes da oferta matinal, sendo pesadas, amostradas, acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenadas em freezer a  $-10$  °C para formar amostra composta/animal. As amostras de ração, coletadas semanalmente, também foram armazenadas em freezer a  $-10$  °C. Essas amostras, juntamente com as sobras, foram pré-secas e moídas em moinho tipo Willey (Arthur H.

Thomas, Philadelphia, PA, EUA) com peneira de malha de 1 mm, para posteriores análises laboratoriais.

Para estimativa da excreção fecal, foi utilizada a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), conforme descrito por Casali et al. (2008). Quinzenalmente, foram coletadas amostras de fezes por três dias consecutivos nos horários de 8:00 h (primeiro dia), 12:00 h (segundo dia) e 16:00 h (terceiro dia) durante o período experimental. As amostras foram armazenadas para formar, posteriormente, uma amostra composta/animal.

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 nylon foram lavados em água corrente até 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 ± 5 °C, durante 24 horas, depois foram pesados e o resíduo foi considerando a fração de FDNi (CASALI et al., 2008).

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados de acordo com Weiss (1999) (Eq. [1]).

$$\text{NDT} = \text{PBd} + \text{CNFd} + \text{FDNcpd} + (\text{EEd} \times 2,25) \quad [1]$$

Sendo que: PBd, CNFd, FDNcpd e EEd correspondem a: proteína bruta digestível, carboidratos não fibrosos digestíveis, fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína digestível e extrato etéreo digestível, respectivamente.

Para estimativa da energia digestível (ED), considerou-se que 1 kg de NDT contém 4,409 Mcal de ED e para estimação da energia metabolizável (EM), considerou-se o valor de 82% da energia digestível (NRC, 2000) (Eq. [2]).

$$\text{EM (Mcal/kg MS)} = \text{ED} \times 0,82 \quad [2]$$

As rações concentradas, feno e sobras foram secados em estufa de ventilação forçada a 55 °C ± 5 °C, durante 72 h. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho Wiley com tela de um milímetro de diâmetro (Arthur H. Thomas, Philadelphia,

PA, EUA). As amostras foram submetidas às análises de matéria seca (MS; AOAC, 1990; número método 930,15), matéria mineral (MM; AOAC, 1990; número método 924,05), proteína bruta (PB; AOAC, 1990; número método 984,13), extrato etéreo (EE; AOAC, 1990; número método 920,39) e fibra em detergente ácido (FDA; AOAC, 1990). Para analisar a fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram, corrigidas para a cinza residual (MERTENS, 2002) e compostos nitrogenados residuais (LICITRA et al., 1996). Os teores de carboidratos totais (CT) foram obtidos conforme Sniffen et al. (1992) (Eq. [3]) e os carboidratos não fibrosos (CNF) segundo a equação proposta por Weiss (1999) (Eq. [4]). Para os concentrados, por causa da presença de ureia na sua constituição, o CNF foi calculado a partir da equação adaptada por Hall (2000) (Eq. [5]).

$$CT (\%) = 100 - (\% PB + \% EE + \% MM) \quad [3]$$

$$CNF (\%) = 100 - (\% PB + \% FDN_{cp} + \% EE + \% MM) \quad [4]$$

$$CNF = 100 - [(\% PB - \% PB \text{ derivado de ureia} + \% \text{ da ureia}) + \% FDN_{cp} + \% EE + \% MM] \quad [5]$$

Tabela 1. Composição das dietas experimentais.

Parâmetro	Níveis de EM (Mcal/kg MS)				
	1,18	2,07	2,25	2,42	2,69
	Relação volumoso:concentrado				
Feno de capim-Tifton 85	100	80	60	40	20
Concentrado	0	20	40	60	80
	Ingredientes do concentrado (g/kg MS)				
Fubá de milho	-	158,7	694,5	724,6	756,2
Farelo de soja	-	806,5	285,3	248,8	225,9
Ureia	-	30,0	12,5	11,2	5,0
Calcário	-	-	-	5,4	6,6
Fosfato bicálcico	-	-	-	-	0,7
Cloreto de sódio	-	04,0	7,0	9,3	5,0
Premix mineral <sup>a</sup>	-	0,8	0,7	0,7	0,6
	Composição bromatológica da dieta (g/kg MS)				
Matéria seca	920,2	920,0	920,6	920,0	919,5
Matéria mineral	56,3	56,9	46,8	42,3	40,2
Proteína bruta	92,5	164,2	160,3	165,8	169,5
Extrato etéreo	23,3	24,6	34,0	45,3	49,5
Fibra em detergente neutro	791,0	666,7	527,2	389,3	255,0
FDN <sub>cp</sub>	721,8	601,1	473,5	343,4	212,4



Fibra em detergente ácido	352,4	299,0	234,5	173,9	114,0
CT	827,9	754,3	735,0	746,6	729,8
CNF	106,1	164,1	270,6	415,4	524,8
NDT	347,8	576,8	608,8	668,5	745,0

<sup>a</sup>Composição: Ca 7,5%; P 3%; Fe 16,500 ppm; Mn 9750 ppm; Zn 35,000 ppm; Se 225ppm; Co 1000 pmm; FDNcp: Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; CT: Carboidratos totais; CNF: Carboidratos não fibrosos; NDT: Nutrientes digestíveis totais.

Os animais foram pesados no início do experimento e a cada sete dias, durante o período experimental. Também ocorreram pesagens intermediárias, quando o peso corporal dos animais se aproximava dos 28 kg, peso determinado para o abate.

O peso de abate foi determinado quando a média de peso dos animais de um dos cinco tratamentos atingiu 28 kg. À medida que os animais de cada tratamento foram abatidos, escolhiam-se dois animais que estavam recebendo a ração com 1,18 Mcal de EM/kg de MS (animais do grupo manutenção), para serem abatidos.

Antes do abate, os animais foram pesados e submetidos a jejum de sólido e líquido por 18 horas. Decorrido este tempo, foram novamente pesados para obtenção do peso corporal ao abate (PCA), objetivando determinação da perda de peso decorrente do jejum imposto. No momento do abate, os animais foram insensibilizados, por atordoamento, na região atla-occipital, seguido de sangria por quatro minutos, através da secção da carótida e jugular. O sangue foi recolhido para pesagem, em recipiente com peso previamente conhecido.

O corpo dos animais foi dividido em cabeça, couro, sangue, patas, cauda, órgãos internos (fígado, coração, pulmões + traquéia e língua + esôfago, bexiga, rins, baço e aparelho reprodutivo), trato digestivo (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso) e gorduras (omental, mesentérica, do coração e perirenal) os quais foram pesados separadamente.

O trato gastrointestinal foi separado, pesado cheio e em seguida, esvaziado, lavado e após o escorrimento da água foi novamente pesado para obtenção do peso do conteúdo do trato gastrointestinal (CTGI).

O peso do corpo vazio (PCVZ) foi estimado como sendo a diferença entre o peso corporal ao abate (PCA) e os pesos referentes aos conteúdos do trato gastrointestinal (CTGI), da bexiga (CB) e da vesícula biliar (CVB) (Eq. [6]).

$$PCVZ = PCA - (CTGI + CB + CVB) \quad [6]$$

As carcaças foram pesadas para obtenção do peso da carcaça quente (PCQ). Posteriormente, as carcaças, depois de envolvidas por sacos plásticos identificados por animal/tratamento, foram transportadas para câmara frigorífica a 4 °C e mantidas por 24 horas. Transcorrido esse tempo, foi realizada uma secção na sínfise ísquio-pubiano, seguindo o corpo e a apófise espinhosa do sacro, das vértebras lombares e dorsais, submetendo à carcaça a um corte longitudinal para a obtenção de metades aproximadamente simétricas.

A meia carcaça direita + cabeça + couro + sangue + patas + cauda + órgãos internos + trato digestivo + gorduras, foram cortados em cubos com o auxílio de fita serra, pré-desengordurados por imersão em éter de petróleo e moídos em moedor industrial de carne, homogeneizados separadamente, recolhidos e armazenados em freezer a -10 °C. Posteriormente, essas amostras foram descongeladas em câmara fria a 4 °C, pesadas em recipientes plásticos e desidratadas em liofilizador a -40 °C e -60 °C por 48 horas.

Após a liofilização, as amostras foram desengorduradas por extração em éter de petróleo utilizando aparelho de Soxhlet (AOAC, 1990; número método 920,39), por 12 horas. O conteúdo de matéria seca, da amostra engordurada, foi determinado em estufa de ventilação forçada a 105 °C ± 5 °C até peso constante. A matéria mineral e proteína bruta foram determinadas após desengorduramento das amostras, conforme procedimentos mencionados para as rações concentradas, feno e sobras.

O processo de liofilização foi realizado no Laboratório de Nutrição Animal/UFCG/Patos, PB e as outras análises químicas no Laboratório de Nutrição Animal/UFC/Fortaleza, CE.

A determinação do teor de água, gordura e proteína do corpo vazio (CVZ) foi realizada em função da proporcionalidade e do teor de água, gordura e proteína da cabeça + patas + cauda + sangue + órgãos internos + trato digestivo, meia carcaça direita e couro analisados separadamente, totalizando 100% do PCVZ.

O conteúdo de proteína retido no corpo dos animais de cada tratamento foi estimado por meio de equação de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de proteína em função do logaritmo do peso de corpo vazio, segundo o ARC (1980) (Eq. [7]):

$$\text{Log } Y = a + b \text{ Log } X + e \quad [7]$$

Onde: Log Y: logaritmo na base 10 do conteúdo total de proteína (g) no corpo vazio; a: intercepto; b: coeficiente de regressão do conteúdo do constituinte em função do peso do corpo vazio; Log X: logaritmo do peso de corpo vazio (kg); e: erro aleatório associado a cada observação.

A quantificação da retenção de nitrogênio diário (g N/kg PC<sup>0,75</sup>/dia) foi obtido pela diferença entre o conteúdo de nitrogênio final no corpo dos animais menos o conteúdo inicial, estimado através dos animais referência, dividido pela quantidade de dias até o abate. Após a quantificação da ingestão diária de nitrogênio (g N/kg PC<sup>0,75</sup>/dia) foi obtida uma regressão linear do N retido em função do N ingerido, assumindo-se o intercepto negativo do eixo Y como as perdas endógenas e metabólicas fecais, que multiplicado por 6,25 resulta na determinação da exigência de proteína líquida para manutenção.

Derivando-se a equação de predição do conteúdo corporal de proteína em função do logaritmo do PCVZ, foi obtida a exigência líquida de proteína para ganho de 1 kg de PCVZ (Eq. [8])

$$Y = b \times 10^a X^{b-1} \quad [8]$$

Em que: Y = exigência líquida de proteína (g/kg GPCVZ); a e b = intercepto e coeficiente de regressão, respectivamente, da equação de predição do conteúdo corporal de proteína; X = PCVZ (kg).

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

As análises de variância foram realizadas pelo procedimento PROC GLM e, as análises de regressão foram realizadas por meio da rotina PROC REG (SAS, 2003), sendo testados os efeitos lineares e quadráticos para todas as variáveis, adotando-se o nível de 5% de probabilidade para o erro do Tipo I.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de nitrogênio (CN, Eq. [10],  $EPM = 0,097$ ,  $R^2 = 0,76$ ) apresentou efeito quadrático, com ponto de máxima de 2,59 Mcal/kg MS de energia metabolizável, correspondendo ao consumo máximo de N de 2,90 g/kg PC<sup>0,75</sup>/dia.

$$CN = - 3,203 + 4,708*EM - 0,908*EM^2 \quad [10]$$

Já para o nitrogênio retido diariamente (NRD, Eq. [11], 0,060,  $R^2 = 0,59$ ), observou-se resposta linear crescente com o aumento nos níveis de energia metabolizável nas dietas. A deposição de nitrogênio no corpo do animal é função da disponibilidade de energia e aminoácidos metabolizáveis, a proteína microbiana sintetizada no rúmen fornece 50 a 80% de aminoácidos disponíveis para a absorção, além de ser uma fonte de aminoácidos de alta qualidade (SCHWAB, 1996). Quando há deficiência de energia, os aminoácidos poderão ser deaminados e seus esqueletos de carbono serão utilizados como fonte de energia, diminuindo a retenção de proteína, caso contrário, quando há excesso de energia e indisponibilidade de aminoácidos, pode haver perdas energéticas por ciclos fúteis (REGADAS FILHO et al., 2011).

$$NRD = - 0,156 + 0,134*EM \quad [11]$$

Tabela 2 - Valores médios de parâmetros de consumo e retenção de nutrientes em ovinos Somalis Brasileira.

Variáveis	Referência	Níveis de EM na dieta (Mcal/kg MS)					Nível de significância	
		1,18	2,07	2,25	2,42	2,69	L	Q
CN	-	1,11	2,53	3,70	3,18	2,76	<0,001	<0,001
NRD	-	0,01	0,10	0,16	0,16	0,22	<0,001	<0,001

CN (g/kg PC<sup>0,75</sup>/dia): Consumo de nitrogênio; NRD (g/kg PC<sup>0,75</sup>/dia): Nitrogênio retido diariamente.

A equação logaritimizada ajustada da quantidade de proteína presente no corpo vazio em função do PCVZ está apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 - 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 do conteúdo corporal de proteína em ovinos Somalis Brasileira.

Variáveis	Equação de regressão	R <sup>2</sup>	EPM	P valor
PCVZ (kg)	$PCVZ = - 3,049 + 0,956*PC$	0,97	0,133	<0,001
GPCVZ (kg)	$GPCVZ = - 0,856 + 0,985*GPC$	0,89	0,797	<0,001
Proteína (g)	$Log Prot. = 2,320 + 0,833*Log PCVZ$	0,83	0,047	<0,001

EPM: Erro padrão da média das regressões.

As equações de predição do peso de corpo vazio (PCVZ) e do ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) foram determinadas ajustando-se inicialmente o PCVZ e GPCVZ, em função do peso corporal (PC) e ganho de PC, respectivamente.

Observou-se uma diminuição da quantidade de proteína no corpo vazio dos animais com o aumento do PCVZ, passando de 143,71 para 122,52 g/kg PCVZ (diminuição de 14,75%) quando os animais aumentaram o peso corporal de 13,00 para 28,70 kg (Tabela 4), evidenciando maior deposição de proteína no corpo de animais mais jovens.

Tabela 4 - Estimativa da concentração de proteína, em função do peso de corpo vazio (PCVZ) em ovinos Somalis Brasileira.

PC (kg)	PCVZ (kg)	Proteína (g/kg PCVZ)
13,00	9,38	143,71
20,00	16,07	131,36
25,00	20,85	125,77
28,70	24,39	122,52

PC = Peso corporal,  $PCVZ = - 3,049 + 0,956*PC$

Quando os animais aumentaram de 13,00 para 28,70 kg de PC, ocorreu uma diminuição da taxa de deposição de proteína com aumento da taxa de deposição de gordura. A redução na taxa de deposição de proteína, em ovinos, está associada a aumentos no desenvolvimento do tecido adiposo, que resultam em acréscimos nas exigências de energia para ganho de peso com o aumento do peso corporal dos animais. A gordura, ao contrário do que ocorre com os ossos e músculos, apresenta desenvolvimento contínuo durante toda a vida do animal sendo depositada intracavitariamente, principalmente em torno das vísceras e dos rins, e entre os músculos, no início da vida. Todavia, o tecido adiposo é de desenvolvimento tardio,

apresentando uma alometria positiva em relação ao corpo, a qual se acentua com o avanço da idade dos animais (CEZAR e SOUSA, 2007). Desse modo, o NRC (1996) postula que raças mais precoces na deposição de tecido adiposo, como é o caso da raça Somalis Brasileira, apresentam menor deposição de proteína em relação à gordura conforme o peso corporal aumenta.

Segundo Geay (1984), o decréscimo na deposição de proteína, também, estar relacionado com a desaceleração no crescimento do tecido muscular. Além disso, a somatotropina (hormônio do crescimento) é responsável pelo aumento da síntese de proteína e reduzir o catabolismo de proteína pelas células. No entanto, a síntese desse hormônio decresce com o avanço da idade (GUYTON, 1996; SQUIRES, 2003).

Para estimativa da deposição de proteína (Prot., Eq. [12], EPM = 0,514, R<sup>2</sup> = 0,84), nos diferentes pesos, derivou-se a equação de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de proteína, em função do logaritmo do PCVZ.

$$\text{Prot.} = 173,963 * \text{PCVZ}^{-0,167} \quad [12]$$

Houve diminuição da exigência líquida de proteína para GPCVZ (Tabela 5) de 119,72 para 102,07 g/kg GPCVZ (diminuição de 14,74%), conforme o peso corporal aumentou de 13,00 para 28,70 kg.

Tabela 5 - Estimativa da exigência líquida de proteína para ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) em diferentes intervalos de peso corporal (PC) em ovinos Somalis Brasileira em crescimento.

PC (kg)	PCVZ (kg)	Exigência de proteína (g/kg GPCVZ)
13,00	9,38	119,72
20,00	16,07	109,43
25,00	20,85	104,74
28,70	24,39	102,07

$$\text{PC} = \text{Peso corporal}, \text{PCVZ (Peso do corpo vazio)} = - 3,049 + 0,956 * \text{PC}$$

A concentração de proteína no corpo vazio dos animais diminui conforme o peso de corpo vazio aumenta, uma consequência da maior deposição de gordura nas fases mais tardias de crescimento dos animais, fazendo com que as exigências líquidas de proteína para ganho também diminuíssem à medida que os animais foram ficando mais pesados.

Segundo Backes et al. (2005), o aumento do peso corporal diminui a concentração de proteína no corpo vazio e, conseqüentemente, as exigências de proteína para ganho de peso reduzem com o aumento do peso corporal e da taxa de ganho de peso, concordando com os diferentes sistemas de alimentação. Em ovinos Santa Inês confinados com 15 a 30 kg PC, Regadas Filho et al. (2011) também observaram redução na deposição de proteína com o aumento de peso dos animais.

Utilizando-se a relação entre a quantidade de nitrogênio retido no corpo vazio e a quantidade de nitrogênio consumido pelos animais durante o período experimental, obteve-se uma equação de regressão para estimativa da exigência dietética de proteína para manutenção, representada pelo intercepto do eixo X quando a retenção de nitrogênio é zero. Quando o consumo de nitrogênio é igual a zero, o intercepto do eixo Y (Figura 1) é o valor das perdas endógenas e metabólicas de nitrogênio, consideradas exigências líquidas de proteína para manutenção (RN, Eq.[13], EPM = 1,102,  $R^2 = 0,70$ ).

$$RN = -0,1281 + 0,1019 * CN \quad [13]$$

A partir da equação de retenção de nitrogênio, estimou-se a exigência dietética de N para manutenção como sendo de 1,26 g/kg  $PC^{0,75}$ /dia, que representa 7,88 g PB/kg  $PC^{0,75}$ /dia. A excreção diária de N foi estimada em 0,128 g/kg  $PC^{0,75}$ /dia e a exigência de proteína líquida para manutenção em 0,80 g/kg  $PC^{0,75}$ /dia, a partir da eficiência de utilização do nitrogênio dietético de 10,19%.

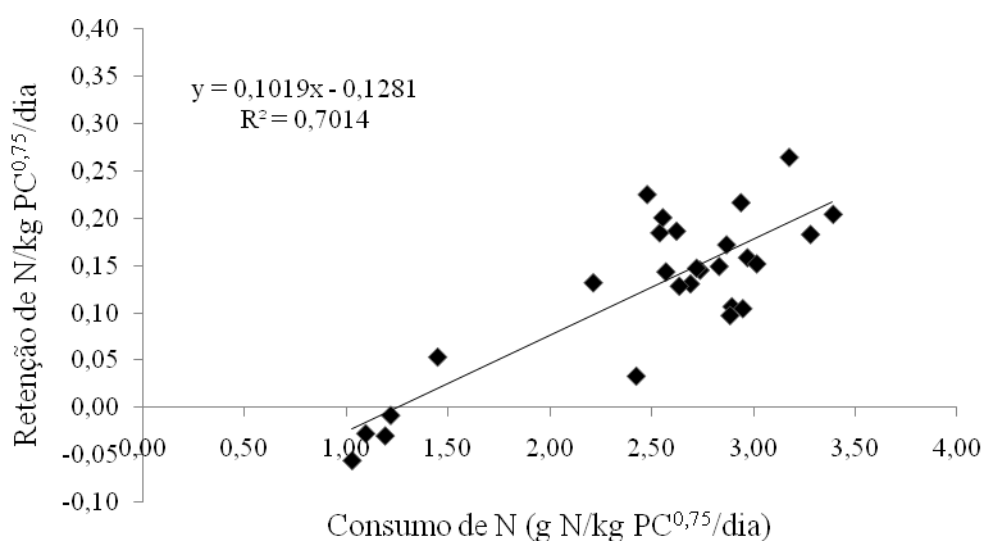


Figura 1 – Relação entre a retenção de N e o consumo de N em ovinos Somalis Brasileira em crescimento.

Parece não existir uma metodologia padrão para determinação da excreção diária de nitrogênio (N) e exigência líquida de proteína entre os diferentes sistemas nutricionais. Segundo Vêras et al. (2000), as exigências de proteína para manutenção de um animal em determinado peso corporal diferem substancialmente entre os sistemas nutricionais. Isso ocorre em virtude desses sistemas utilizarem conceitos, fatores e metodologias diferentes para predição desses requerimentos.

O NRC (2007) e o CNCPS-S (CANNAS et al., 2004), utilizam equações empíricas para estimar o N excretado nas fezes, na urina e retido no pelo, e a partir da soma destes valores estimar a exigência líquida de proteína para manutenção. Já o AFRC (1993) considera o N endógeno como a soma das perdas de N fecal, N urinário e N nos pelos e nas secreções da pele, que corresponde a  $0,350 \text{ g N/kg PC}^{0,75}/\text{dia}$ , sendo cerca de 63,43% superior as perdas endógenas em ovinos Somalis Brasileira em crescimento.

Além de diferenças nas metodologias, a idade, sexo e nível nutricional são responsáveis por essa variação, podendo somar a este o tipo de alimentação, já que dietas ricas em fibras podem aumentar a descamação do trato digestório, aumentando a participação de N endógeno nas fezes (ATTAIX et al., 2005).

A exigência líquida de proteína para manutenção foi, cerca de 28,41% inferior ao observado por Regadas Filhos et al., (2011), que obteve valor de  $1,76 \text{ g/kg PC}^{0,75}/\text{dia}$ , e 66,29% inferior, quando comparado com Gonzaga Neto et al. (2005), que trabalharam com ovinos Morada Nova confinados. Essa distinção pode ser consequência das diferenças na eficiência de reaproveitamento de aminoácidos pelos tecidos e na relação síntese/degradação de proteínas. Esta variação também pode estar relacionada com a composição corporal, já que ovinos com maior percentual de gordura intramuscular apresentam menor metabolismo protéico por unidade de peso corporal, ocasionando menores exigências nutricionais líquidas de proteína por unidade de peso metabólico. Como relatado anteriormente, os animais utilizados neste trabalho apresentaram rápida deposição de gordura, ocasionando menor *turnover* protéico no corpo.



## CONCLUSÃO

A exigência líquida de proteína para manutenção em ovinos Somalis Brasileira é  $0,80 \text{ g/kg PC}^{0,75}/\text{dia}$ .

Há uma diminuição da exigência líquida de proteína para GPCVZ de 119,72 para 102,07 g/kg GPCVZ, conforme o peso corporal aumenta de 13,00 para 28,70 kg.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis.** 1990. 15.ed. Virginia: Arlington. 1117p.

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

BACKES, A.A.; PAULINO, M.F.; ALVES, D.D.; RENNÓ, L.N.; VALADARES FILHO, S.C.; LANA, R.P. Composição corporal e exigências energéticas e proteicas de bovinos mestiços leiteiros e zebu, castrados, em regime de recria e engorda. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.257-267, 2005.

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.

CEZAR, M.F.; SOUSA, W.H. **Carcças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação.** 1ª ed. Agropecuária Tropical, 2007. p. 231.

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

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.).

GUYTON, A. C. **Tratado de fisiologia médica.** 9 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996.

HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen.** Gainesville: University of Florida, 2000. P.A-25 (Bulletin, 339).

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.

MAGALHÃES, A.F.B.; FACÓ, O.; LÔBO, R.N.B.; VILLELA, L.C.V. **Raça Somalis Brasileira: Origem, características reprodutivas e desenvolvimento ponderal.** Documentos 99, Sobral, Embrapa Ovinos e Caprinos, 2010.

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, n.6, p.1217-1240, 2002.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle.** 7 rev. ed. Washington, DC.: National Academy Press, 2000. 242p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle.** 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press. 2007. 242 p.

REGADAS FILHO, J.G.L.; PEREIRA, E.S.; SELAIVE-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.

SANTOS, F. A. P.; PEDROSO, A. M. Metabolismo de proteína. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes.** 2.ed. Jaboticabal: Funesp, 616 p. 2011.

SAS - System for Windows, Release 9.1. **SAS Institute Inc**, Cary, NC, USA, 2003.

SCHWAB, C. G. **Amino acid nutrition of the dairy cow: Corrent status.** In: Proceedings Cornell Nutrition Conference For Feed Manufactures. Cornell University, Ithaca, N. Y. 1996. p. 184-198.

SILVA, N.V.; COSTA, R.G.; FREITAS, C.R.G.; GALINDO, M.C.T.; SILVA, L.S. Sheep feeding in semiarid regions of Brazil. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.4, p.233-241, 2010.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; VAN SOEST, P.J. FOX, D.G.; RUSSEL, 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.

SQUIRES, E. J. **Applied animal endocrinology.** Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International, 2003.

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

VÉRAS A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO da SILVA, J.F.; PAULINO, M.F.; VALADARES, R.F.D.; FERREIRO, M.A.; OLIVEIRA, S.R.; PAULINO, P.V. Composição corporal e requisitos energéticos e proteicos de bovinos Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2379-2389, 2000 (supl. 2).

WEISS, W.P. **Energy prediction equations for ruminant feeds.** In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61. 1999, Ithaca. Proceedings... Ithaca: Cornell University.

## CAPÍTULO 3

---

**Eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso e avaliação do modelo *Small Ruminant Nutrition System* em ovinos Somalis Brasileira**

## **Eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso e avaliação do modelo *Small Ruminant Nutrition System* em ovinos da raça Somalis Brasileira**

### **RESUMO**

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de estimar a eficiência de uso de energia metabolizável para manutenção e ganho de peso, exigências de energia e proteína metabolizáveis e avaliar as predições de consumo de matéria seca e ganho médio diário pelo sistema de nutrição de pequenos ruminantes (SRNS) em ovinos Somalis Brasileira. Utilizaram-se 48 ovinos Somalis Brasileira em crescimento, não-castrados, com idade e peso corporal (PC) médio de 60 dias e  $13,47 \pm 1,76$  kg, respectivamente. Após um período de adaptação de 20 dias, oito animais foram abatidos para estimativas do peso do corpo vazio (PCVZ) e da composição corporal inicial dos demais. Os animais remanescentes foram distribuídos em um delineamento em blocos casualizados, sendo os tratamentos rações contendo diferentes níveis de energia metabolizável (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg MS), com oito repetições. O peso de abate foi determinado quando a média de peso dos animais de um dos cinco tratamentos atingiu 28 kg. A concentração de energia líquida da dieta para manutenção, foi obtida dividindo-se a produção de calor em jejum, pelo CMS para manter o equilíbrio de energia, expresso em g de MS/kg PCVZ<sup>0,75</sup>. A validação do modelo SRNS foi realizada através do ajuste de modelo de regressão linear simples entre os valores preditos (variável independente) e observados (variável dependente), as variáveis analisadas foram CMS e GPC. A eficiência de uso de energia metabolizável para manutenção foi de 0,67, e a eficiência de uso de energia para ganho decresceu com o aumento dos níveis de energia metabolizável na dieta. A eficiência de uso da energia metabolizável para manutenção em ovinos Somalis Brasileira é de 0,67. Já a eficiência de uso da energia metabolizável para ganho varia de 1,85 a 0,43 para dietas contendo 1,18 a 2,69 Mcal/hg MS respectivamente. As exigências líquidas de energia e proteína elevam-se com o aumento do peso corporal e aumento do ganho de peso corporal dos ovinos Somalis Brasileira. O modelo Small Ruminant Nutrition Systems é sensível para predizer o consumo de matéria seca, entretanto, subestimou em 5,18% o ganho médio diário de peso corporal.

**Palavras-chave:** Cordeiros, modelo mecanicista, requerimento nutricional

## **Efficiency of utilization of metabolizable energy for maintenance and gain weight and evaluation model Small Ruminant Nutrition System in sheep breed Brazilian Somali**

### **ABSTRACT**

This study was conducted in order to estimate the metabolizable energy use efficiency for maintenance and weight gain, energy requirements and metabolizable protein and evaluate intake predictions of dry matter and average daily gain by small ruminant nutrition system (SRNS) in Brazilian Somali sheep. 48 sheep were used Brazilian Somali growing, non castrated, age and body weight (BW) average of 60 days and  $13.47 \pm 1.76$  kg, respectively. After a 20 day adaptation period, eight animals were slaughtered for estimates of empty body weight (EBW) and initial body composition of others. The remaining animals were distributed in a randomized block design, with the treatments diets with different levels of metabolizable energy (1.18; 2.07; 2.25; 2.42 and 2.69 Mcal/kg DM) with eight replicates. The weight of slaughter animals was determined when the weight average of the five treatments was 28 kg. The concentration of net energy for maintenance diet was obtained by dividing the heat production in fasting, the DMI to maintain energy balance in  $\text{g DM/kg EBW}^{0.75}$ . The validation of the SRNS model was performed using the simple linear regression model fit between the predicted values (independent variable) and observed (dependent variable), variables were analyzed DMI and BWG. The metabolizable energy use efficiency for maintenance was 0.67, and energy use efficiency to gain decreased with increasing of metabolizable energy levels in the diet. The use efficiency of metabolizable energy for maintenance in Brazilian Somali sheep is 0.67. Already use efficiency of metabolizable energy for gain varies from 1.85 to 0.43 for diets containing 1.18 to 2.69 Mcal/kg DM, respectively. The net requirements of energy and protein increase with increasing body weight and increase in body weight gain of Brazilian Somali sheep. The model Small Ruminant Nutrition Systems is sensitive to predict dry matter intake, however, underestimated in 5.18% the average daily weight gain.

**Keywords:** Lambs, mechanistic model, nutritional requirement



## INTRODUÇÃO

A energia é essencial para todos os processos vitais e sua deficiência manifesta-se na falta de crescimento, nas falhas na reprodução e na perda de reservas corporais, reduzindo a produtividade animal (FREITAS et al., 2006). Entre os animais de interesse zootécnico, os ruminantes são os que apresentam menor eficiência de utilização da energia do alimento para a produção de carne (PHILIPS, 2001).

A eficiência de utilização da energia para produção consiste em como a energia contida nos alimentos é retida na forma de produto animal (carne, gordura, leite e lã). Essa eficiência pode variar conforme a composição da ração, composição do ganho de peso (taxa de deposição de proteína e gordura), grupo genético, taxa de ganho, ambiente e estágio de crescimento dos animais (KLEIBER, 1975).

Considerando a curva normal de crescimento de ovinos e os resultados obtidos por Geay (1984), que verificou maior eficiência de utilização da energia para síntese de gordura comparativamente à de proteína, pode-se afirmar que, na fase inicial de crescimento, ocorre menor eficiência de utilização da EM para ganho de peso que na segunda fase, quando ocorre a desaceleração do crescimento.

Segundo Ferrell e Jenkins (1998), a retenção de energia pode ser feita na forma de proteína ou de gordura, sendo que, diferentes percentuais de cada componente no total de energia retida correspondem a diferentes eficiências de utilização de energia.

O uso de modelos matemáticos capazes de prever a resposta animal em diferentes condições, bem como, estimar o valor biológico dos alimentos tem sido bastante comum. Dentre os diversos modelos utilizados para pequenos ruminantes, destaca-se o modelo *Cornell Net Carbohydrate and Protein System – Sheep* (CNCPS-S). Este modelo foi desenvolvido com ovinos de raças, aptidões e clima diferentes dos encontrados nos sistemas de produção do Brasil.

Desta forma, a avaliação deste modelo quanto a sua acurácia e precisão são de grande valia para sua adoção e implantação nas condições brasileiras.

Diante disso, o presente estudo foi conduzido com o objetivo de estimar a eficiência de uso de energia metabolizável para manutenção e ganho de peso, exigências de energia e proteína metabolizáveis e avaliar as predições de consumo de matéria seca

e ganho médio diário pelo sistema de nutrição de pequenos ruminantes (SRNS) em ovinos Somalis Brasileira.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Setor de Digestibilidade, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza, Estado do Ceará, no período de novembro de 2010 a fevereiro de 2011. Os procedimentos e cuidados com os animais foram seguidos de acordo com o comitê ético dessa Universidade.

Foram utilizados 48 cordeiros Somalis Brasileira, não-castrados, com peso corporal (PC) médio inicial de  $13,47 \pm 1,76$  kg e, aproximadamente, 60 dias de idade, identificados, vermifugados, aplicado complexo vitamínico e confinados em baias individuais com piso de concreto e providas de comedouro e bebedouro.

Após um período de adaptação de 20 dias, oito animais foram selecionados aleatoriamente e abatidos para servir como referência para as estimativas do peso do corpo vazio inicial (PCVZi) e da composição corporal inicial dos 40 animais remanescentes.

Os 40 animais remanescentes, foram distribuídos em um delineamento em blocos inteiramente casualizados com cinco tratamentos e oito repetições, sendo os tratamentos, dietas com diferentes níveis de energia metabolizável (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg MS), obtidos a partir de diferentes relações volumoso:concentrado (100:0; 80:20; 60:40; 40:60; 20:80).

As rações experimentais foram formuladas conforme o NRC (2007), sendo constituídas de feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.), grão de milho moído, farelo de soja, ureia, calcário, fosfato bicálcico, cloreto de sódio e premix mineral (Tabela 1). As rações foram fornecidas à vontade na forma de mistura total (ração concentrada + volumoso), duas vezes ao dia, às 8:00 e 16:00 horas, e ajustadas de forma a permitir sobras em torno de 20% do fornecido, com água à disposição dos animais.

A quantidade de ração oferecida e de sobras, que ficavam nos cochos, foi registrada diariamente para determinação do consumo de matéria seca total. Após 20 dias de adaptação dos 40 animais remanescentes às dietas, foram coletadas, diariamente, sobras de cada animal antes da oferta matinal, sendo pesadas, amostradas, acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenadas em freezer a  $-10$  °C para formar amostra composta/animal. As amostras de ração, coletadas semanalmente, também foram armazenadas em freezer a  $-10$  °C. Essas amostras, juntamente com as sobras, foram pré-secas e moídas em moinho tipo Willey (Arthur H.

Thomas, Philadelphia, PA, EUA) com peneira de malha de 1 mm, para posteriores análises laboratoriais.

Para estimativa da excreção fecal, foi utilizada a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), conforme descrito por Casali et al., (2008). Quinzenalmente, foram coletadas amostras de fezes por três dias consecutivos nos horários de 8:00 h (primeiro dia), 12:00 h (segundo dia) e 16:00 h (terceiro dia) durante o período experimental. As amostras foram armazenadas para formar, posteriormente, uma amostra composta/animal.

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 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 ± °C, durante 24 horas, depois foram pesados e o resíduo foi considerando a fração de FDNi (CASALI et al., 2008).

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados de acordo com Weiss (1999) (Eq. [1]).

$$\text{NDT} = \text{PBd} + \text{CNFd} + \text{FDNcpd} + (\text{EEd} \times 2,25) \quad [1]$$

Sendo que: PBd, CNFd, FDNcpd e EEd correspondem a: proteína bruta digestível, carboidratos não fibrosos digestíveis, fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína digestível e extrato etéreo digestível, respectivamente.

Para estimativa da energia digestível (ED), considerou-se que 1 kg de NDT contém 4,409 Mcal de ED e para estimação da energia metabolizável (EM), considerou-se o valor de 82% da energia digestível (NRC, 2000) (Eq. [2]).

$$\text{EM (Mcal/kg MS)} = \text{ED} \times 0,82 \quad [2]$$

As rações concentradas, feno e sobras foram secados em estufa de ventilação forçada a 55 °C ± 5 °C, durante 72 h. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho Wiley com tela de um milímetro de diâmetro (Arthur H. Thomas, Philadelphia,

PA, EUA). As amostras foram submetidas às análises de matéria seca (MS; AOAC, 1990; número método 930,15), matéria mineral (MM; AOAC, 1990; número método 924,05), proteína bruta (PB; AOAC, 1990; número método 984,13), extrato etéreo (EE; AOAC, 1990; número método 920,39) e fibra em detergente ácido (FDA; AOAC, 1990). Para analisar a fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram, corrigidas para a cinza residual (MERTENS, 2002) e compostos nitrogenados residuais (LICITRA et al., 1996). Os teores de carboidratos totais (CT) foram obtidos conforme Sniffen et al. (1992) (Eq. [3]) e os carboidratos não fibrosos (CNF) segundo a equação proposta por Weiss (1999) (Eq. [4]). Para os concentrados, por causa da presença de ureia na sua constituição, o CNF foi calculado a partir da equação adaptada por Hall (2000) (Eq. [5]).

$$CT (\%) = 100 - (\% PB + \% EE + \% MM) \quad [3]$$

$$CNF (\%) = 100 - (\% PB + \% FDN_{cp} + \% EE + \% MM) \quad [4]$$

$$CNF = 100 - [(\% PB - \% PB \text{ derivado de ureia} + \% \text{ da ureia}) + \% FDN_{cp} + \% EE + \% MM] \quad [5]$$

Tabela 1. Composição das dietas experimentais.

Parâmetro	Níveis de EM (Mcal/kg MS)				
	1,18	2,07	2,25	2,42	2,69
	Relação volumoso:concentrado				
Feno de capim-Tifton 85	100	80	60	40	20
Concentrado	0	20	40	60	80
	Ingredientes da dieta (g/kg MS)				
Fubá de milho	-	158,7	694,5	724,6	756,2
Farelo de soja	-	806,5	285,3	248,8	225,9
Ureia	-	30,0	12,5	11,2	5,0
Calcário	-	-	-	5,4	6,6
Fosfato bicálcico	-	-	-	-	0,7
Cloreto de sódio	-	04,0	7,0	9,3	5,0
Premix mineral <sup>a</sup>	-	0,8	0,7	0,7	0,6
	Composição bromatológica da dieta (g/kg MS)				
Matéria seca	920,2	920,0	920,6	920,0	919,5
Matéria mineral	56,3	56,9	46,8	42,3	40,2
Proteína bruta	92,5	164,2	160,3	165,8	169,5
Extrato etéreo	23,3	24,6	34,0	45,3	49,5
Fibra em detergente neutro	791,0	666,7	527,2	389,3	255,0
FDN <sub>cp</sub>	721,8	601,1	473,5	343,4	212,4
Fibra em detergente ácido	352,4	299,0	234,5	173,9	114,0

CT	827,9	754,3	735,0	746,6	729,8
CNF	106,1	164,1	270,6	415,4	524,8
NDT	347,8	576,8	608,8	668,5	745,0

<sup>a</sup>Composição: Ca 7,5%; P 3%; Fe 16,500 ppm; Mn 9750 ppm; Zn 35,000 ppm; Se 225ppm; Co 1000 pmm; FDNcp: Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; CT: Carboidratos totais; CNF: Carboidratos não fibrosos; NDT: Nutrientes digestíveis totais.

O consumo de energia metabolizável de manutenção ( $CEM_m$ ) foi estimado considerando-se o ponto de equilíbrio no qual a produção de calor no jejum (kcal/kg  $PC^{0,75}$ /dia) é igual ao CEM (kcal/kg  $PCVZ^{0,75}$ /dia), segundo metodologia utilizada por Garrett (1980). O consumo de matéria seca de manutenção ( $CMS_m$ ), em g MS/kg  $PCVZ^{0,75}$ , foi estimado dividindo-se o  $CEM_m$  pela concentração de energia metabolizável (kcal/kg MS) da ração de cada tratamento.

O consumo de matéria seca para ganho ( $CMS_g$ ), g MS/kg  $PCVZ^{0,75}$ , consiste na diferença entre o consumo de matéria seca total ( $CMS_t$ ), g MS/kg  $PCVZ^{0,75}$ , e o  $CMS_m$ , obtido para cada ração. A concentração de energia líquida de ganho da ração ( $EL_g$ ) corresponde ao quociente entre a energia diária retida no ganho (ER), em kcal/kg  $PCVZ^{0,75}$ , e o  $CMS_g$ , conforme descrito por Garrett (1980).

O teor de energia líquida de manutenção ( $EL_m$ ) de cada tratamento foi obtido pela razão entre a  $EL_m$  (45,83 Kcal/kg  $PCVZ^{0,75}$ /dia) e o  $CMS_m$  (g MS/kg  $PCVZ^{0,75}$ /dia). O consumo de energia metabolizável para ganho ( $CEM_g$ ) foi obtido pela diferença entre o consumo de energia metabolizável total ( $CEM_t$ ) e o consumo de energia metabolizável para manutenção ( $CEM_m$ ).

As eficiências de utilização da energia metabolizável para manutenção ( $k_m$ ) e ganho de peso ( $k_g$ ) foram estimadas a partir das equações preconizadas pelo AFRC (1993):

$$k_m = 0,503 + 0,35q_m \quad [6]$$

$$k_g = 0,006 + 0,78q_m \quad [7]$$

$$q_m = EM/EB \quad [8]$$

Onde,  $q_m$ , EM e EB corresponde a: metabolizabilidade da dieta, energia metabolizável e energia bruta, respectivamente.

A  $k_m$  e  $k_g$  também foram estimadas a partir do método interativo, proposto por Harris (1970), a fim de se comparar com o valor estimado pelas equações do AFRC (1993):

$$k_m = EL_m/EM_m \quad [9]$$

$$k_g = El_g/EM \quad [10]$$

Sendo:  $EL_m$  = Exigência de energia líquida para manutenção;  $EM_m$  = Exigência de energia metabolizável para manutenção;  $El_g$  = Concentração de energia líquida de cada dieta para ganho;  $EM$  = Energia metabolizável

A exigência de proteína foi determinado de acordo com Valadares Filho et al (2010):

$$P_{mic} \text{ (g/dia)} = 120 * NDT \text{ (g/dia)} * 0,64 \quad [11]$$

$$PDR \text{ (g/dia)} = P_{mic} * 0,85 \quad [12]$$

$$PNDR \text{ (g/dia)} = PM_t - (P_{mic} * 0,64) / 0,8 \quad [13]$$

$$PB \text{ (g/dia)} = PDR + PNDR \quad [14]$$

Onde:  $PM_m$ : proteína metabolizável para manutenção;  $PM_g$ : proteína metabolizável para ganho;  $PL_m$ : proteína líquida para manutenção;  $PL_g$ : proteína líquida para ganho;  $PM_t$ : proteína metabolizável total;  $P_{mic}$ : proteína microbiana; PDR: proteína degradada no rúmen; PNDR: proteína não degradada no rúmen.

Foi adotado as eficiências de uso da proteína metabolizável para manutenção ( $k_{pm}$ ) e ganho ( $k_{pg}$ ) recomendadas pelo AFRC (1993) igual a 1 e 0,59, respectivamente.

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 GPC e também entre PCVZ e PC de todos os animais experimentais. Para regressão linear entre PCVZ e PC, além dos animais experimentais, foram utilizados também os animais referência.

Para validação do modelo SRNS utilizou-se os CMS e GPC predito pelo modelo para cada um dos animais experimentais, onde os *inputs* do modelo foram dados referentes a cada animal individualmente como PC e CMS observado. A validação foi realizada através do ajuste de regressão linear simples entre os valores preditos (variável independente) e observados (variável dependente). Os parâmetros da equação foram testados sobre as seguintes hipóteses:

$$H_0: \beta_0 = 0$$

$$H_a: \beta_0 \neq 0$$

$$H_0: \beta_1 = 1$$

$$H_a: \beta_1 \neq 1$$

Quando da não rejeição de ambas as hipóteses de nulidade os valores preditos e observados são semelhantes, caso contrário há tendência do modelo em subestimar ou superestimar o CMS ou GPC, conforme Tedeschi et al. (2000).

As análises de correlação foram realizadas pelo procedimento PROC COR e, as análises de regressão foram realizadas por meio da rotina PROC REG (SAS, 2003), adotando-se o nível de significância de 5% de probabilidade.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos valores de consumo de matéria seca (CMS) em função do ganho de peso médio diário (GMD) e peso corporal metabólico ( $PC^{0,75}$ ) obtidos dos 40 animais do experimento de desempenho, determinou-se uma equação de regressão múltipla (Eq. [15], g/dia,  $EPM = 2,792$ ,  $R^2 = 0,65$ ).

$$CMS = - 252,159 - 0,981 * GMD + 0,008 * GMD^2 + 83,994 * PC^{0,75} \quad [15]$$

O ganho de peso médio diário apresentou efeito quadrático significativo, demonstrando que existe um CMS máximo influenciado pelo GMD. Esse comportamento foi semelhante ao obtido por Regadas Filho (2009), trabalhando com ovinos Santa Inês alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável, assim como, por Valadares Filho et al (2010), trabalhando com um banco de dados de bovinos zebuínos puros e cruzados.

Diferentes modelos para a predição do CMS em ruminantes têm sido desenvolvidos, variando desde modelos de equações de regressão múltiplas relativamente simples a modelos teoricamente muito mais complexos, englobando sub-modelos relativos a características do animal, do alimento e do ambiente (KEADY et al., 2004).

A predição acurada do CMS é fundamental na formulação de dietas a fim de atender as exigências nutricionais, prever o ganho de peso diário dos animais e estimar a lucratividade da exploração (NRC, 1996). Entretanto, a maior limitação dos modelos nutricionais para a formulação de rações se concentra na acurácia da predição do CMS, gerando uma busca contínua de procedimentos para obtenção de estimativas confiáveis dessa variável (DETMANN et al., 2003).

O NRC (1996) ressalta que devido aos fatores que regulam o consumo pelos ruminantes não serem completamente compreendidos, os modelos de predição do CMS são de natureza empírica.

Relacionando-se o logaritmo da produção de calor (PCI) em função do consumo de energia metabolizável (CEM) foi obtida a equação de PCI (Log PCI, kcal/kg  $PCVZ^{0,75}$ /dia, Eq.[16],  $EPM = 2,310$ ,  $R^2 = 0,91$ ), cujo anti-log do intercepto indicou o valor de 45,83 kcal/kg<sup>0,75</sup>PCVZ/dia, como exigência de energia líquida de manutenção ( $EL_m$ ) dos animais. A partir desta equação, obteve-se o CEM no equilíbrio, ou seja, no

ponto em que a produção de calor foi igual ao CEM, obtendo-se o valor de 68,29 kcal/kg<sup>0,75</sup> PCVZ/dia.

$$\text{Log PCI} = 1,661 + 0,003 * \text{CEM} \quad [16]$$

Utilizando-se a metodologia proposta por Harris (1970), obteve-se o valor de  $k_m$  de 0,67 (Tabela 2). O valor é obtido quando se utiliza a relação entre  $EL_m/EM_m$ , ou seja,  $45,83/68,29 = 0,67$ . Quando se utiliza a equação do AFRC (1993), que sugere a estimativa do  $k_m$  e  $k_g$  a partir da  $q_m$  da dieta, obtiveram-se valores que variaram de 0,60 a 0,72, para  $k_m$ , e 0,22 a 0,49, para  $k_g$ , para dietas com concentrações de EM de 1,18 a 2,69 Mcal/kg MS, respectivamente.

Tabela 2 – Energia bruta (EB, Mcal/kg MS), nutrientes digestíveis totais (NDT, %), consumos de matéria seca total ( $CMS_t$ , g/kg PCVZ<sup>0,75</sup>), para manutenção ( $CMS_m$ , g/kg PCVZ<sup>0,75</sup>) e ganho ( $CMS_g$ , g/kg PCVZ<sup>0,75</sup>), concentrações de energia líquida de manutenção ( $EL_m$ , Mcal/kg MS) e ganho ( $EL_g$ , Mcal/kg MS), metabolizabilidade ( $q_m$ ) da dieta e eficiências de uso da energia metabolizável para manutenção ( $k_m$ ) e ganho ( $k_g$ ) de ovinos Somalis Brasileira em crescimento.

Variáveis	1,18	2,07	2,25	2,42	2,69
EB	4,35	4,35	4,33	4,29	4,30
NDT	34,78	57,68	60,88	66,85	74,50
$CMS_t$	63,33	65,82	76,74	85,53	69,6
$CMS_m$	57,87	32,99	30,35	28,22	25,39
$CMS_g$	5,46	32,83	46,39	57,31	44,21
$EL_m$	0,79	1,39	1,51	1,62	1,81
$EL_g$	2,19	0,93	0,93	1,13	1,15
$q_m$	0,27	0,48	0,52	0,56	0,63
$k_m^1$	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
$k_g^1$	1,85	0,45	0,41	0,47	0,43
$k_m^2$	0,60	0,67	0,68	0,70	0,72
$k_g^2$	0,22	0,38	0,41	0,45	0,49

<sup>1</sup>Calculado conforme Harris (1970).

<sup>2</sup>Calculado conforme AFRC (1993).

O valor da eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção encontrado neste trabalho de 0,67 foi cerca de 4,69% superior ao preconizado pelo CNCPS-S (CANNAS et al., 2004) de 0,64. Segundo o NRC (1984), a variação no  $k_m$  e  $k_g$ , quando se usa o método proposto pelo AFRC (1993), está relacionada com a metabolizabilidade da dieta, conforme a fórmula:  $q_m = EM/EB$ .

Nas Tabelas 3 e 4 estão compiladas as exigências energética e proteica, respectivamente, para manutenção e ganho de peso corporal de cordeiros Somalis Brasileira, dos 13 aos 28,70 kg de PC com diferentes ganhos diários, visando facilitar o uso dos dados na formulação de dietas.

Foram encontrados valores de 0,67 e 0,72, segundo Harris (1970), para  $k_m$  e  $k_g$ , respectivamente, denotando baixa eficiência de utilização da  $EM_g$  por cordeiros Somalis Brasileira e elevando consideravelmente as exigências totais.

Tabela 3 – Requerimentos nutricionais de energia líquida para manutenção ( $EL_m$ ) e ganho ( $EL_g$ ), energia metabolizável para manutenção ( $EM_m$ ) e ganho ( $EM_g$ ) e nutrientes digestíveis totais (NDT) de ovinos Somalis Brasileira em crescimento.

GMD (g/dia)	$EL_m^2$ (Mcal/dia)	$EL_g$ (Mcal/dia)	$EM_m^3$ (Mcal/dia)	$EM_g^4$ (Mcal/dia)	$EM_t$ (Mcal/dia)	ED (Mcal/dia)	NDT (kg/dia)
13,00 kg PC (9,38 kg PCVZ) <sup>1</sup>							
100	0,246	0,291	0,246	0,404	0,650	0,792	0,180
150	0,246	0,437	0,246	0,606	0,852	1,039	0,236
200	0,246	0,582	0,246	0,808	1,054	1,285	0,292
250	0,246	0,728	0,246	1,010	1,256	1,532	0,347
20,00 kg PC (16,07 kg PCVZ) <sup>1</sup>							
100	0,368	0,317	0,368	0,440	0,808	0,985	0,223
150	0,368	0,475	0,368	0,659	1,027	1,253	0,284
200	0,368	0,633	0,368	0,879	1,247	1,521	0,345
250	0,368	0,791	0,368	1,099	1,467	1,789	0,406
25,00 kg PC (20,85 kg PCVZ) <sup>1</sup>							
100	0,447	0,337	0,447	0,468	0,915	1,116	0,253
150	0,447	0,505	0,447	0,702	1,149	1,401	0,318
200	0,447	0,674	0,447	0,936	1,383	1,686	0,382
250	0,447	0,842	0,447	1,169	1,617	1,972	0,447
28,70 kg PC (24,39 kg PCVZ) <sup>1</sup>							
100	0,503	0,354	0,503	0,491	0,994	1,213	0,275
150	0,503	0,531	0,503	0,737	1,240	1,512	0,343
200	0,503	0,708	0,503	0,983	1,486	1,812	0,411
250	0,503	0,884	0,503	1,228	1,731	2,111	0,479

<sup>1</sup>Peso do corpo vazio ( $PCVZ = -3,049 + 0,956*PC$ )

<sup>2</sup> $EL_m = 45,83 \text{ kcal/kg}^{0,75} \text{ PCVZ/dia}$

<sup>3</sup> $EM_m = 0,67$

<sup>4</sup> $EM_g = 0,72$

A baixa eficiência de utilização da  $EM_g$  por cordeiros Somalis Brasileira pode ser atribuída à menor velocidade de crescimento dos genótipos de ovinos deslançados, atingindo à maturidade fisiológica em pesos corporais inferiores aos das raças selecionadas para produção de carne (SILVA et al., 1988).

As exigências de NDT, expressas em kg/dia, aumentaram de acordo com o peso corporal dos animais. De acordo com o NRC (2007), um animal com 20 kg de peso corporal, maturação tardia e ganhando 200 g/dia, tem uma exigência de NDT igual a 0,39 kg/dia, valor próximo ao obtido neste trabalho (0,35 kg/dia). Com base nestes resultados, pode-se afirmar que os ovinos da raça Somalis Brasileira têm crescimento tardio.

Já a exigência de proteína metabolizável total do mesmo animal, preconizada pelo NRC (2007), é 71 g/dia, valor superior ao obtido neste trabalho (37,73 g/dia) (Tabela 4). Animais tardios apresentam deposição de proteína mais elevada no ganho de peso que animais precoces. Entretanto, Regadas Filho et al. (2011a), afirmam que elevada deposição de gordura no corpo animal pode acarretar em diminuição da exigência líquida de proteína para ganho, que por sua vez influencia na exigência de proteína metabolizável total.

Tabela 4 - Requerimentos nutricionais de proteína líquida para manutenção (PL<sub>m</sub>) e ganho (PL<sub>g</sub>), proteína metabolizável para manutenção (PM<sub>m</sub>), ganho (PM<sub>g</sub>), total (PM<sub>t</sub>), proteína microbiana (P<sub>mic</sub>), proteína degradada (PDR) e não degradada no rúmen (PNDR) e proteína bruta (PB) em ovinos Somalis Brasileira em crescimento.

GMD (g/dia)	PL <sub>m</sub> <sup>2</sup> (g/dia)	PL <sub>g</sub> (g/dia)	PM <sub>m</sub> <sup>3</sup> (g/dia)	PM <sub>g</sub> <sup>4</sup> (g/dia)	PM <sub>t</sub> (g/dia)	P <sub>mic</sub> (g/dia)	PDR (g/dia)	PNDR (g/dia)	PB (g/dia)
13,00 kg PC (9,38 kg PCVZ) <sup>1</sup>									
100	5,48	9,44	5,48	15,99	21,47	13,80	11,73	15,80	27,53
150	5,48	14,16	5,48	23,99	29,47	18,10	15,38	22,36	37,74
200	5,48	18,87	5,48	31,99	37,47	22,39	19,03	28,92	47,95
250	5,48	23,59	5,48	39,99	45,46	26,68	22,68	35,48	58,16
20,00 kg PC (16,07 kg PCVZ) <sup>1</sup>									
100	7,57	8,90	7,57	15,08	22,65	17,15	14,58	14,58	29,16
150	7,57	13,35	7,57	22,62	30,19	21,82	18,55	20,27	38,82
200	7,57	17,79	7,57	30,16	37,73	26,49	22,52	25,96	48,48
250	7,57	22,24	7,57	37,70	45,26	31,16	26,49	31,65	58,14
25,00 kg PC(20,85 kg PCVZ) <sup>1</sup>									
100	8,94	8,52	8,94	14,44	23,38	19,44	16,52	13,68	30,20
150	8,94	12,78	8,94	21,66	30,60	24,40	20,74	18,73	39,47
200	8,94	17,04	8,94	28,88	37,82	29,37	24,97	23,78	48,74
250	8,94	21,30	8,94	36,10	45,04	34,34	29,19	28,83	58,02
28,70 kg PC (24,39 kg PCVZ) <sup>1</sup>									
100	9,92	8,23	9,92	13,95	23,87	21,12	17,95	12,94	30,89
150	9,92	12,35	9,92	20,92	30,84	26,34	22,39	17,48	39,87
200	9,92	16,46	9,92	27,90	37,82	31,56	26,83	22,03	48,85
250	9,92	20,58	9,92	34,87	44,79	36,78	31,26	26,57	57,83

$$^1 \text{Peso do corpo vazio (PCVZ} = -3,049 + 0,956 * \text{PC})$$

$$^2 \text{PL}_m = 0,80 \text{ g PB/kg}^{0,75} \text{ PC/dia}$$

$$^3 k_{pm} = 1,00$$

$$^4 k_{pg} = 0,59$$

Na Figura 1 está expresso o gráfico do CMS observado ( $\text{CMS}_{\text{obs}}$ ) em função do CMS predito ( $\text{CMS}_{\text{pred}}$ ) pelo modelo SRNS.

Verificou-se que a hipótese de nulidade não foi rejeitada ( $P < 0,001$ ), apresentando uma alta correlação de Pearson ( $r = 0,87$ ;  $P < 0,05$ ), demonstrando que o modelo foi sensível na predição do CMS de ovinos Somalis Brasileira em crescimento.

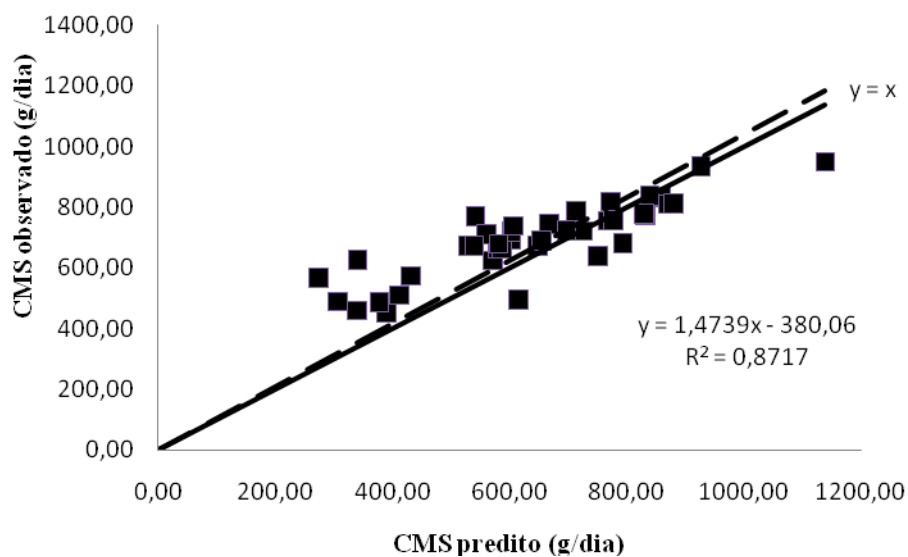


Figura 1 - Relação entre o consumo de matéria seca (CMS) observado e predito pelo modelo SRNS em ovinos Somalis Brasileira em crescimento.

Para o GMD, o modelo SRNS apresentou um elevado coeficiente de correlação ( $r = 0,98$ ;  $P < 0,001$ ), entretanto a hipótese de nulidade foi rejeitada ( $P > 0,001$ ) para a equação entre o GMD observado e predito (Figura 2). O modelo SRNS subestimou o GMD, apresentando um erro de predição de 25%.

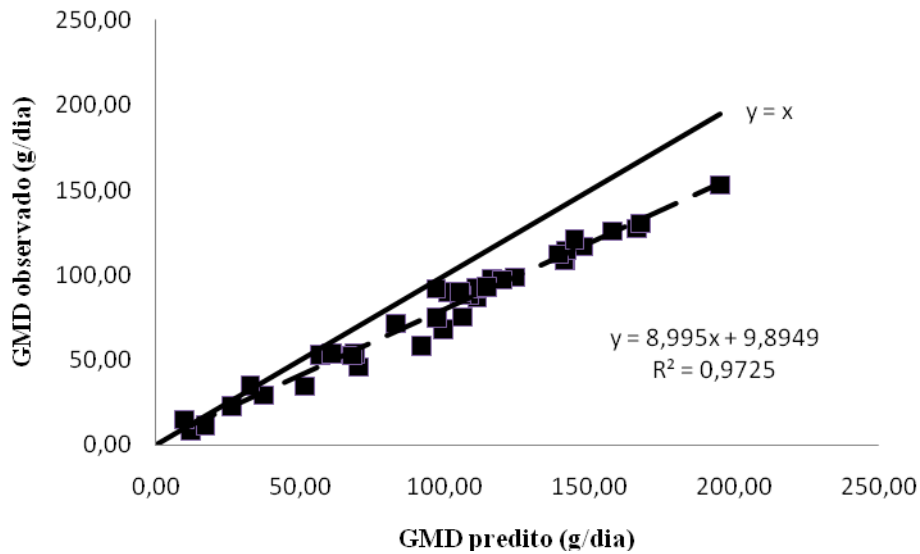


Figura - 2. Relação entre o ganho médio diário de peso corporal (GMD) observado e predito pelo modelo SRNS em ovinos Somalis Brasileira em crescimento.

Ao utilizarem o modelo SRNS para estimar o GMD de ovinos Santa Inês, Regadas Filho et al. (2011b) observaram uma subestimação de 5,18% para essa variável, diferindo do resultado obtido por esse trabalho. Segundo Galvani et al.(2008), este comportamento pode ser em parte devido a diferenças nas exigências dos animais utilizados para obtenção das equações.

Poucos são os trabalhos que avaliam modelos como o SRNS em raças ovinas criadas em condições brasileiras. Na espécie ovina há uma necessidade de análises mais abrangentes de um conjunto de dados independentes, gerados em condições tropicais com animais de grupo genético, sexo, idade e ganho de peso heterogêneos, no sentido de construir e definir equações de predição de CMS e GMD de ovinos deslançados no Brasil.

## CONCLUSÕES

A eficiência de uso da energia metabolizável para manutenção em ovinos Somalis Brasileira é de 0,67.

A eficiência de uso da energia metabolizável para ganho varia de 1,85 a 0,43 para dietas contendo 1,18 a 2,69 Mcal/kg MS, respectivamente.

As exigências líquidas de energia e proteína elevam-se com o aumento do peso corporal e aumento do ganho de peso corporal dos ovinos Somalis Brasileira.

O modelo Small Ruminant Nutrition Systems é sensível para predizer o consumo de matéria seca, entretanto, subestimou em 5,18% o ganho médio diário de peso corporal.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Virginia: Arlington. 1990.1117p.

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.; HENRIQUE, 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.

DETMANN, E.; QUEIROZ, A.C.; CECON, P.R.; ZERVOUDAKIS, J.T.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C.; CABRAL, L.S.; LANA, R.P. Consumo de Fibra em Detergente Neutro por Bovinos em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1763-1777, 2003 (Supl. 1).

FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the finishing period: II. Angus, Boran, Brahman, Hereford, and Tuli sires. **Journal of Animal Science**, v.76, p.647-657, 1998.

FREITAS, J.A.; QUEIROZ, A.C.; DUTRA, A.R. et al. Composição do ganho e exigências de energia e proteína para ganho de peso em bovinos Nelore puros e mestiços, em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.886-893, 2006.



GALVANI, D. B.; PIRES, C. C.; KOZLOSKI, G. V.; WOMMER. Energy requirements of Texel crossbred lambs. **Journal of Animal Science**, v.86, n.12, p.3480-3490, 2008.

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

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

HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. Gainesville: University of Florida, 2000. P.A-25 (Bulletin, 339).

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

KEADY, T.; MAYNE, C.; KILPATRICK, D. An evaluation of five models commonly to predict food intake of lactating dairy cattle. **Livestock Production Science**, v. 89, issues 2-3, p.129-138. 2004.

KLEIBER, M. **The fire of life an introduction to animal energetics**. 2.ed. New York: Robert E. Krieger Publishing Company, 1975. 453p.

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.

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, n.6, p.1217-1240, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Necessidades nutritivas del ganado vacuno**. 3.ed. Buenos Aires: Hemisfério sur., 104p. 1984.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle.** 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press. 248 p. 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle.** 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press. 242 p. 2007.

PHILLIPS, C.J.C. **Principles of cattle nutrition.** Cambridge: Cab International, 2001. 269p.

REGADAS FILHOS, J.G. **Exigências energéticas e proteicas de ovinos Santa Inês em crescimento.** 2009. 80f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. 2009.

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

REGADAS FILHO, J.G.L.; PEREIRA, ES; SELAIVE-VILLARROEL, A.B.; PIMENTEL, P.G.; FONTENELE, R.M.; COSTA, M.R.G.F.; MAIA, I.S.G.; 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, 2011b.

SAS - System for Windows, Release 9.1. **SAS Institute Inc**, Cary, NC, USA, 2003.

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

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; VAN SOEST, P.J. FOX, D.G.; RUSSEL, 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.

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.

VALADARES FILHO, S.C.; OLIVEIRA, A.S. **Compostos nitrogenados na alimentação de novilhas leiteiras**. In: Novilhas leiteiras. PEREIRA, E.S. et al. Fortaleza: Graphiti gráfica e editora Ltda, 632 p. 2010.

VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L.; PAULINO, P.V.R. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-corte**. 2<sup>a</sup>. ed. Viçosa: UFV, DZO, 2010. 193p.

WEISS, W.P. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61. 1999, Ithaca. Proceedings... Ithaca: Cornell University.

## **CAPÍTULO 4**

---

**Predição da composição química de ovinos da raça Somalis Brasileira usando a  
composição química da seção HH**

## **Predição da composição química de ovinos da raça Somalis Brasileira usando a composição química da seção HH**

### **RESUMO**

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de desenvolver equações para estimar a composição química da carcaça e do corpo vazio utilizando a composição química da seção HH de ovinos Somalis Brasileira alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável. Foram utilizados 48 ovinos Somalis Brasileira em crescimento, não-castrados, com idade e peso corporal (PC) médio de 90 dias e  $13,47 \pm 1,76$  kg, respectivamente. Após um período de adaptação de 20 dias, oito animais foram abatidos para serem utilizados como referência para as estimativas do peso do corpo vazio (PCVZ) e da composição corporal inicial dos demais. Os animais remanescentes foram distribuídos em um delineamento em blocos casualizados sendo os tratamentos rações contendo diferentes níveis de energia metabolizável (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg MS), com oito repetições. O peso de abate foi determinado quando a média de peso dos animais de um dos cinco tratamentos atingiu 28 kg. A composição química corporal foi determinada utilizando a composição da meia carcaça direita, assim como uma amostra da seção HH, obtida da meia carcaça esquerda. Na meia-carcaça esquerda resfriada, retirou-se o corte da seção HH, pela secção transversal da 9<sup>a</sup>-10<sup>a</sup>-11<sup>a</sup> costelas no ponto correspondente a 61,5% da distância entre a vértebra seccionada e o início da cartilagem da 12<sup>a</sup> costela, em seguida, a seção HH foi moída em moedor de carne industrial e homogeneizada. A seção HH estimou satisfatoriamente a composição química de água, proteína e gordura na carcaça e no corpo vazio, enquanto o teor de minerais foi subestimado em torno de 27,07% na carcaça e 14,91% no corpo vazio. Os teores de água, proteína bruta e gordura da carcaça podem ser preditos pela seção HH. A composição química da seção HH pode ser utilizada em substituição à composição química da carcaça para prever composição química do corpo vazio em ovinos Somalis Brasileira.

**Palavras-chaves:** Cordeiros, método indireto, 9<sup>a</sup> e 11<sup>a</sup> costelas

## **Predict the chemical composition of Brazilian Somali sheep using the chemical composition of section HH**

### **ABSTRACT**

This study was conducted in order to develop equations for estimating the chemical composition of the carcass and empty body using the chemical composition of section HH Brazilian Somali sheep fed different levels of metabolizable energy. 48 sheep Brazilian Somali in growth were used, non castrated, age and body weight (BW) average of 90 days and  $13.47 \pm 1.76$  kg, respectively. After a 20 day adaptation period, eight animals were slaughtered for use as a reference for estimates of empty body weight (EBW) and initial body composition of others. The remaining animals were distributed in a randomized block design with treatments diets with different levels of metabolizable energy (1.18; 2.07; 2.25; 2.42 and 2.69 Mcal/kg DM) with eight replications. The weight of slaughter animals was determined when the weight average of the five treatments was 28 kg. The body composition was determined using the composition of the right half carcass, as well as a sample of the section HH, obtained from the left crankcase half. In middle housing cooled left, retreated cutting the section HH, the cross section of the 9th-10th-11th rib at the point corresponding to 61.5% of the distance between the sectioned vertebrae and the beginning of the 12th rib cartilage in then, the section HH was ground in grinder industrial and homogenised meat. The section HH satisfactorily estimated the chemical composition of water, protein and fat in the carcass and empty body, while the mineral content was underestimated around 27.07% in carcass and 14.91% housing and empty body. The water content, crude protein and carcass fat can be predicted by section HH. The chemical composition of section HH can be used to replace the chemical composition of the carcass to predict chemical composition of empty body in Brazilian Somali sheep.

**Kay-works:** Lambs, indirect method, 9th and 11th ribs

## INTRODUÇÃO

O conhecimento da composição corporal de um animal permite a determinação de suas exigências nutricionais e a avaliação de dietas para obtenção de carcaças com maior proporção de músculos e quantidade adequada de gordura.

Os métodos utilizados para predição da composição corporal e/ou da carcaça são classificados em diretos e indiretos. Os métodos diretos consistem na separação e dissecação de todas as partes do corpo dos animais, e subsequente determinação dos constituintes físicos e químicos. Já os métodos indiretos, envolvem a predição da composição, tanto do corpo, quanto das carcaças dos animais, a partir de parâmetros mais facilmente obtidos.

Os experimentos que envolvem a utilização de métodos diretos são extremamente trabalhosos, demorados e de custos elevados, devido à perda de pelo menos metade da carcaça dos animais e pelo grande número de pessoas e análises laboratoriais realizadas.

Métodos que possam estimar a composição da carcaça e do corpo vazio, que sejam menos invasivos e/ou sem sacrificar a carcaça inteira, são importantes, porque economiza tempo, trabalho e custos. Dentre os métodos indiretos, os mais utilizados são a seção HH, que consiste no corte entre a 9<sup>a</sup> e 11<sup>a</sup> costelas do animal (HANKINS e HOUWE, 1946).

Diante disso, objetivou-se com o seguinte trabalho, desenvolver equações para estimar a composição química da carcaça e do corpo vazio utilizando a composição química da seção HH de ovinos Somalis Brasileira 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, Estado do Ceará, no período de novembro de 2010 a fevereiro de 2011. Os procedimentos e cuidados com os animais foram seguidos de acordo com o comitê ético dessa Universidade.

Foram utilizados 48 cordeiros Somalis Brasileira, não-castrados, com peso corporal (PC) médio inicial de  $13,47 \pm 1,76$  kg e, aproximadamente, 60 dias de idade, identificados, vermifugados, aplicado complexo vitamínico e confinados em baias individuais com piso de concreto e providas de comedouro e bebedouro.

Após um período de adaptação de 20 dias, oito animais foram selecionados aleatoriamente e abatidos para servir como referência para as estimativas do peso do corpo vazio inicial (PCVZi) e da composição corporal inicial dos 40 animais remanescentes.

Os 40 animais remanescentes, foram distribuídos em um delineamento em blocos inteiramente casualizados com cinco tratamentos e oito repetições, sendo os tratamentos, dietas com diferentes níveis de energia metabolizável (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg MS), obtidos a partir de diferentes relações volumoso:concentrado (100:0; 80:20; 60:40; 40:60; 20:80).

As rações experimentais foram formuladas conforme o NRC (2007), sendo constituídas de feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.), grão de milho moído, farelo de soja, ureia, calcário, fosfato bicálcico, cloreto de sódio e premix mineral (Tabela 1). As rações foram fornecidas à vontade na forma de mistura total (ração concentrada + volumoso), duas vezes ao dia, às 8:00 e 16:00 horas, e ajustadas de forma a permitir sobras em torno de 20% do fornecido, com água à disposição dos animais.

A quantidade de ração oferecida e de sobras, que ficavam nos cochos, foi registrada diariamente para determinação do consumo de matéria seca total. Após 20 dias de adaptação dos 40 animais remanescentes às dietas, foram coletadas, diariamente, sobras de cada animal antes da oferta matinal, sendo pesadas, amostradas, acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenadas em freezer a  $-10$  °C para formar amostra composta/animal. As amostras de ração, coletadas semanalmente, também foram armazenadas em freezer a  $-10$  °C. Essas amostras, juntamente com as sobras, foram pré-secas e moídas em moinho tipo Willey (Arthur H.



Thomas, Philadelphia, PA, EUA) com peneira de malha de 1 mm, para posteriores análises laboratoriais.

Para estimativa da excreção fecal, foi utilizada a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), conforme descrito por Casali et al., (2008). Quinzenalmente, foram coletadas amostras de fezes por três dias consecutivos nos horários de 8:00 h (primeiro dia), 12:00 h (segundo dia) e 16:00 h (terceiro dia) durante o período experimental. As amostras foram armazenadas para formar, posteriormente, uma amostra composta/animal.

Os teores de FDNi das amostra 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 nylon foram lavados em água corrente até 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 ± 5 °C, durante 24 horas, depois foram pesados e o resíduo foi considerado a fração de FDNi (CASALI et al., 2008).

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados de acordo com Weiss (1999) (Eq. [1]).

$$\text{NDT} = \text{PBd} + \text{CNFd} + \text{FDNcpd} + (\text{EEd} \times 2,25) \quad [1]$$

Sendo que: PBd, CNFd, FDNcpd e EEd correspondem a: proteína bruta digestível, carboidratos não fibrosos digestíveis, fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína digestível e extrato etéreo digestível, respectivamente.

Para estimativa da energia digestível (ED), considerou-se que 1 kg de NDT contém 4,409 Mcal de ED e para estimação da energia metabolizável (EM), considerou-se o valor de 82% da energia digestível (NRC, 2000) (Eq. [2]).

$$\text{EM (Mcal/kg MS)} = \text{ED} \times 0,82 \quad [2]$$

As rações concentradas, feno e sobras foram secados em estufa de ventilação forçada a 55 °C ± 5 °C, durante 72 h. Em seguida, as amostras foram moídas em

moinho Wiley com tela de um milímetro de diâmetro (Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA, EUA). As amostras foram submetidas às análises de matéria seca (MS; AOAC, 1990; número método 930,15), matéria mineral (MM; AOAC, 1990; número método 924,05), proteína bruta (PB; AOAC, 1990; número método 984,13), extrato etéreo (EE; AOAC, 1990; número método 920,39) e fibra em detergente ácido (FDA; AOAC, 1990). Para analisar a fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram, corrigidas para a cinza residual (MERTENS, 2002) e compostos nitrogenados residuais (LICITRA et al., 1996). Os teores de carboidratos totais (CT) foram obtidos conforme Sniffen et al. (1992) (Eq. [3]) e os carboidratos não fibrosos (CNF) segundo a equação proposta por Weiss (1999) (Eq. [4]). Para os concentrados, por causa da presença de ureia na sua constituição, o CNF foi calculado a partir da equação adaptada por Hall (2000) (Eq. [5]).

$$CT (\%) = 100 - (\% PB + \% EE + \% MM) \quad [3]$$

$$CNF (\%) = 100 - (\% PB + \% FDN_{cp} + \% EE + \% MM) \quad [4]$$

$$CNF = 100 - [(\% PB - \% PB \text{ derivado de ureia} + \% \text{ da ureia}) + \% FDN_{cp} + \% EE + \% MM] \quad [5]$$

Tabela 1. Composição das dietas experimentais.

Parâmetro	Níveis de EM (Mcal/kg MS)				
	1,18	2,07	2,25	2,42	2,69
	Relação volumoso:concentrado				
Feno de capim-Tifton 85	100	80	60	40	20
Concentrado	0	20	40	60	80
	Ingredientes da dieta (g/kg MS)				
Fubá de milho	-	158,7	694,5	724,6	756,2
Farelo de soja	-	806,5	285,3	248,8	225,9
Ureia	-	30,0	12,5	11,2	5,0
Calcário	-	-	-	5,4	6,6
Fosfato bicálcico	-	-	-	-	0,7
Cloreto de sódio	-	04,0	7,0	9,3	5,0
Premix mineral <sup>a</sup>	-	0,8	0,7	0,7	0,6
	Composição bromatológica da dieta (g/kg MS)				
Matéria seca	920,2	920,0	920,6	920,0	919,5
Matéria mineral	56,3	56,9	46,8	42,3	40,2
Proteína bruta	92,5	164,2	160,3	165,8	169,5
Extrato etéreo	23,3	24,6	34,0	45,3	49,5
Fibra em detergente neutro	791,0	666,7	527,2	389,3	255,0

FDNcp	721,8	601,1	473,5	343,4	212,4
Fibra em detergente ácido	352,4	299,0	234,5	173,9	114,0
CT	827,9	754,3	735,0	746,6	729,8
CNF	106,1	164,1	270,6	415,4	524,8
NDT	347,8	576,8	608,8	668,5	745,0

<sup>a</sup>Composição: Ca 7,5%; P 3%; Fe 16,500 ppm; Mn 9750 ppm; Zn 35,000 ppm; Se 225 ppm; Co 1000 pmm; FDNcp: Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; CT: Carboidratos totais; CNF: Carboidratos não fibrosos; NDT: Nutrientes digestíveis totais.

Os animais foram pesados no início do experimento e a cada sete dias, durante o período experimental. Também ocorreram pesagens intermediárias, quando o peso corporal dos animais se aproximava dos 28 kg, peso determinado para o abate.

Quando todos os animais de um dos tratamentos atingiram peso corporal médio de 28 kg, todos os outros animais dos tratamentos restantes foram abatidos. À medida que os animais de cada tratamento foram abatidos, escolhiam-se dois animais que estavam recebendo a ração com 1,18 Mcal de EM/kg de MS (animais do grupo manutenção), para serem abatidos.

Antes do abate, os animais foram pesados e submetidos a jejum de sólido e líquido por 18 horas. Decorrido este tempo, foram novamente pesados para obtenção do peso corporal ao abate (PCA), objetivando determinação da perda de peso decorrente do jejum imposto. No momento do abate, os animais foram insensibilizados, por atordoamento, na região atla-occipital, seguido de sangria por quatro minutos, através da secção da carótida e jugular. O sangue foi recolhido para pesagem, em recipiente com peso previamente conhecido.

O corpo dos animais foi dividido em cabeça, couro, sangue, patas, cauda, órgãos internos (fígado, coração, pulmões + traquéia e língua + esôfago, bexiga, rins, baço e aparelho reprodutivo), trato digestivo (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso) e gorduras (omental, mesentérica, do coração e perirenal) os quais foram pesados separadamente.

O trato gastrintestinal foi separado, pesado cheio e em seguida, esvaziado, lavado e após o escorrimento da água foi novamente pesado para obtenção do peso do conteúdo do trato gastrintestinal (CTGI).

O peso do corpo vazio (PCVZ) foi estimado como sendo a diferença entre o peso corporal ao abate (PCA) e os pesos referentes aos conteúdos do trato gastrintestinal (CTGI), da bexiga (CB) e da vesícula biliar (CVB) (Eq. [6]).

$$PCVZ = PCA - (CTGI + CB + CVB) \quad [6]$$

As carcaças foram pesadas para obtenção do peso da carcaça quente (PCQ). Posteriormente, as carcaças, depois de envolvidas por sacos plásticos identificados por animal/tratamento, foram transportadas para câmara frigorífica a 4 °C e mantidas por 24 horas. Transcorrido esse tempo, foi realizada uma secção na sínfise ísquio-pubiano, seguindo o corpo e a apófise espinhosa do sacro, das vértebras lombares e dorsais, submetendo à carcaça a um corte longitudinal para a obtenção de metades aproximadamente simétricas.

A meia carcaça direita + cabeça + couro + sangue + patas + cauda + órgãos internos + trato digestivo + gorduras, foram cortados em cubos com o auxílio de fita serra, pré-desengordurados por imersão em éter de petróleo e moidos em moedor industrial de carne, homogeneizados separadamente, recolhidos e armazenados em freezer a -10 °C. Posteriormente, essas amostras foram descongeladas em câmara fria a 4 °C, pesadas em recipientes plásticos e desidratadas em liofilizador a -40 °C e -60 °C por 48 horas.

Após a liofilização, as amostras foram desengorduradas por extração em éter de petróleo utilizando aparelho de Soxhlet (AOAC, 1990; número método 920,39), por 12 horas. O conteúdo de matéria seca, da amostra engordurada, foi determinado em estufa de ventilação forçada a 105 °C ± 5 °C até peso constante. A matéria mineral e proteína bruta foram determinadas após desengorduramento das amostras, conforme procedimentos mencionados para as rações concentradas, feno e sobras.

O processo de liofilização foi realizado no Laboratório de Nutrição Animal/UFCG/Patos, PB e as outras análises químicas no Laboratório de Nutrição Animal/UFC/Fortaleza, CE.

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:

$$H_0: \beta_0 = 0$$

$$H_a: \beta_0 \neq 0$$

$$H_0: \beta_1 = 1$$

$$H_a: \beta_1 \neq 1$$

As análises de variância foram realizadas pelo procedimento PROC GLM e, as análises de regressão foram realizados por meio da rotina PROC REG (SAS, 2003), sendo testados os efeitos lineares e quadráticos para todas as variáveis, adotando-se o nível de 5% de probabilidade para o erro do Tipo I.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que a análise estatística dos interceptos e dos coeficientes de inclinação das retas (Tabela 2) apontou que ambas as hipóteses de nulidade, ou seja,  $H_0:\beta_0 = 0$  e  $H_0:\beta_1 = 1$ , não foram rejeitadas ( $P>0,05$ ), indicando que os valores observados para as porcentagens dos constituintes químicos (água, proteína bruta e gordura) na carcaça são equivalentes aos valores preditos pela seção HH (Figura 1). Já a hipótese de nulidade para a matéria mineral foi rejeitada, ou seja, a seção HH não permitiu estimar bem esse componente químico na carcaça de ovinos Somalis Brasileira (Tabelas 3), subestimando esse constituinte químico em torno de 27,07%, quando comparado com o teor desse componente na carcaça (Figura 1).

Tabela 2 – Médias e amplitudes de variação para as porcentagens de água, gordura, proteína bruta e matéria mineral na carcaça e seção HH de ovinos Somalis Brasileira em crescimento.

Componente	Composição da carcaça	Composição da seção HH
		Água
Média (%)	55,34 ± 5,38	54,87 ± 5,48
Amplitude de variação (%)	45,59 - 67,95	43,12 – 67,77
		Gordura
Média (%)	32,69 ± 7,76	34,91 ± 9,80
Amplitude de variação (%)	14,25 – 44,66	11,79 – 53,40
		Proteína bruta
Média (%)	27,22 ± 7,77	25,01 ± 10,38
Amplitude de variação (%)	16,54 – 46,51	11,23 – 53,76
		Matéria mineral
Média (%)	5,79 ± 2,18	4,56 ± 3,75
Amplitude de variação (%)	3,18 – 13,43	1,23 – 17,54

Tabela 3 - Relações entre os componentes químicos observados na carcaça e estimados por meio da seção HH em cordeiros Somalis Brasileira em crescimento.

Variáveis	Equação de regressão				R <sup>2</sup>	r
	Intercepto (a)		Coeficiente (b*X)			
	Estimativa	Valor P	Estimativa	Valor P		
Água	13,898	0,02	0,773	<0,001	0,70	0,80
Gordura	.8,244	<0,001	0,700	<0,001	0,78	0,88
Proteína bruta	11,079	<0,001	0,645	<0,001	0,74	0,86
Matéria mineral	4,026	<0,001	0,387	<0,001	0,44	0,66

R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinação; r = Coeficiente de correlação de Pearson.

De acordo com Vêras (2000) os métodos utilizados para estimar a composição corporal e, ou, da carcaça são classificados em diretos ou indiretos. Os métodos diretos consistem na separação total e dissecação de todas as partes do corpo do animal e subsequente determinação dos constituintes físicos e químicos, sendo estes mais precisos. Entretanto, além de laboriosos, os métodos diretos não permitem a comercialização das carcaças, demasiadamente manipuladas. Já os métodos indiretos envolvem a estimativa da composição do corpo ou da carcaça, a partir de parâmetros mais facilmente obtidos. Assim, vários métodos indiretos têm sido desenvolvidos para estimar a composição do corpo e da carcaça dos animais.

Embora reconheçam a precisão dos métodos diretos, Alleoni et al. (1997) e Carvalho (1998) destacam a necessidade e importância de se realizarem mais estudos, visando o ajuste de equações para o estabelecimento dos métodos indiretos, com adequada confiabilidade, facilitando os estudos de determinação de composição corporal em diferentes ambientes e categorias animais.

Para estimação da composição química do animal, são necessárias equações que estimem a composição química do animal a partir da composição química da seção HH. A literatura brasileira já dispõe de grande quantidade de dados para a predição da composição química de água, proteína bruta, gordura e matéria mineral na carcaça e no corpo vazio de bovinos zebuínos a partir da seção HH. Entretanto, para ovinos de corte, esses dados são escassos, necessitando de mais estudos sobre a determinação da composição do corpo vazio desses animais a partir da seção HH.

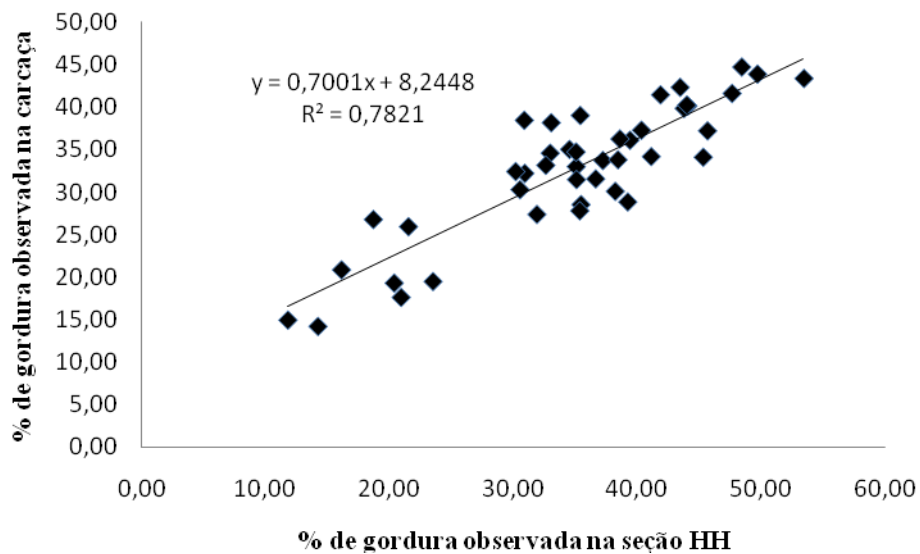
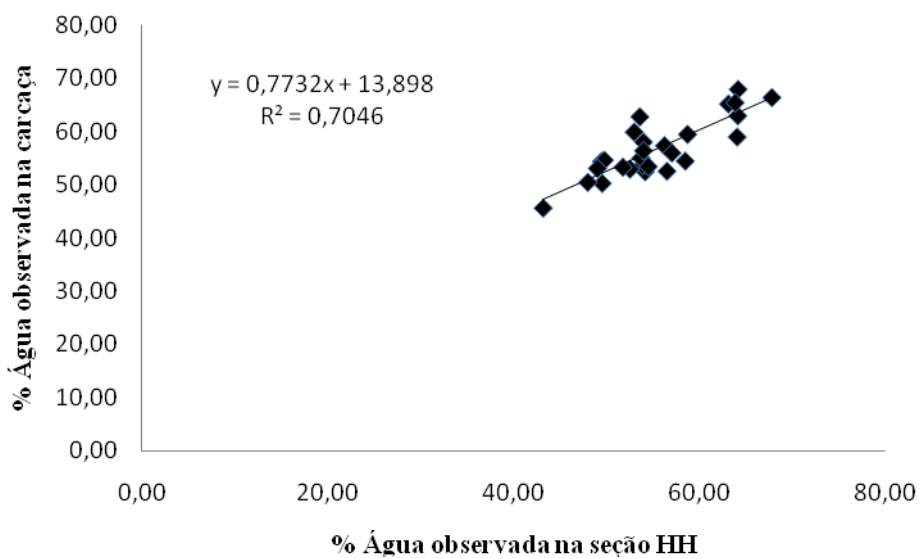
A equação gerada para predição da matéria mineral na carcaça não refletiu grau alto de precisão quando estimada pela seção HH. Vários autores apontaram menor precisão da estimativa do teor de minerais no corpo vazio ou na carcaça a partir da seção HH (HANKINS e HOWE, 1946; ALHASSAN et al. 1975; LANNA et al., 1995; HENRIQUE et al., 2003).

O baixo coeficiente de determinação das equações para estimar a matéria mineral da carcaça e do corpo vazio a partir da seção HH ocorreu devido essa equação ter sido desenvolvida com os dados de 48 animais, número pequeno quando comparado, por exemplo, ao trabalho original de Hankins e Howe (1946), em que as equações foram geradas a partir de dados obtidos de 84 novilhos Aberdeen Angus, Brahman, Hereford e Shorthorn com idade variando de 9 a 35 meses e peso corporal ao abate de 250 a 640 kg. Portanto, seria necessário um maior número de animais para que existisse uma

projeção populacional biologicamente expressiva para justificar a proposição concreta e mais abrangente para a equação de estimativa da matéria mineral.

Trabalhos envolvendo a comparação do teor de minerais da seção HH com os encontrados na carcaça, como os de Hankins e Howe (1946) e Kelly et al. (1968), encontraram menores coeficientes de correlação, levando os autores a concluírem que o uso desse corte para fins de predição do teor de minerais da carcaça seria questionável.

O fato de o coeficiente de determinação obtido pela regressão entre os valores preditos e observados do teor de minerais na carcaça ter sido inferior àqueles referentes aos teores de água, proteína bruta e gordura não invalida o método de estimação.





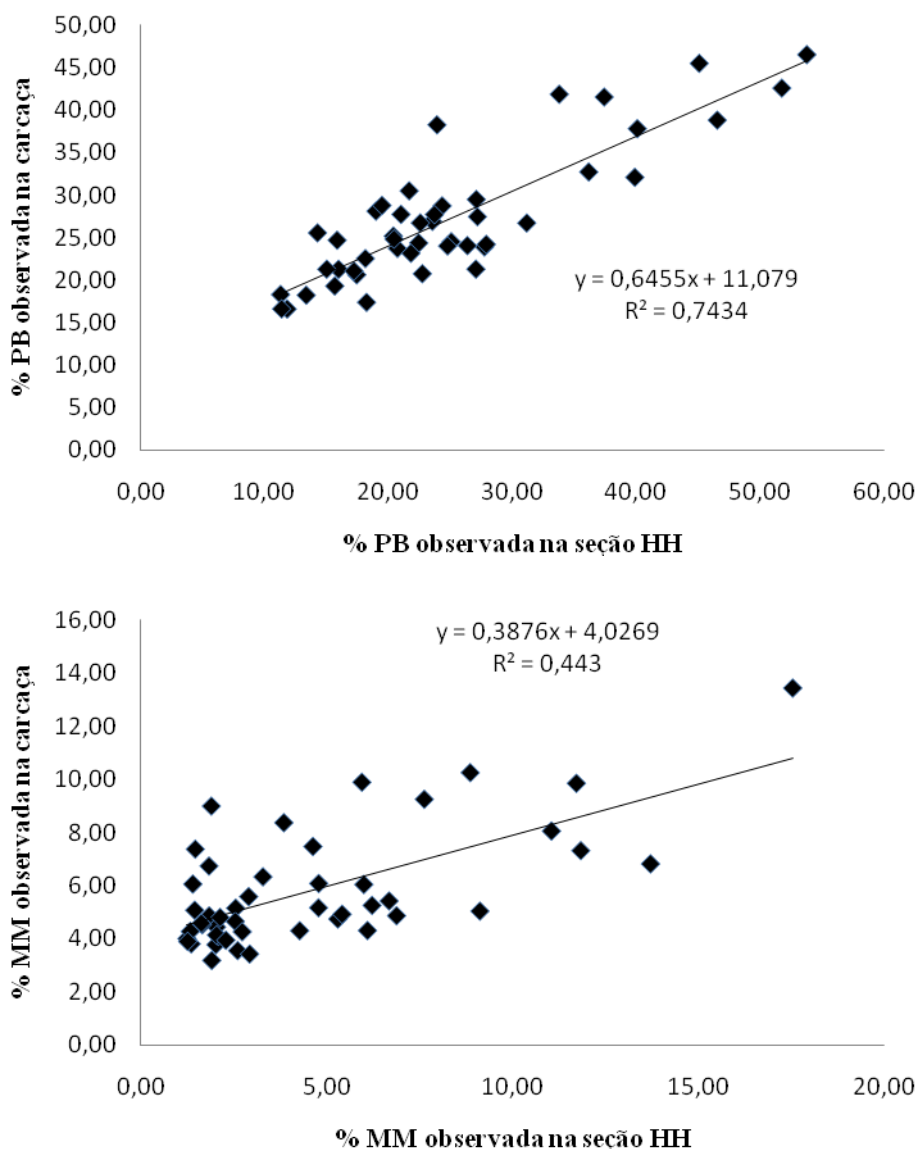


Figura 1 - Relação entre os teores (%) de água, gordura, proteína bruta (PB) e matéria mineral (MM) observados na carcaça e estimados pela seção HH.

Alleoni et al. (1997) destacaram a importância do método indireto utilizado para predição da composição corporal e da carcaça ser aplicável para animais em diferentes idades, tamanhos corporais e graus de acabamento, ou seja, para que o método seja aplicável na prática, torna-se necessário que ele estime bem os parâmetros avaliados, independentemente do tipo de animal utilizado, desde que dentro de um mesmo grupamento genético. Pois, de acordo com Karnuah (2001), a acurácia de uma equação de predição sofre redução quando as equações são aplicadas para estimar a composição da carcaça de animais pertencentes à outra população ou a outro grupamento genético. Entretanto, essa observação não condena o uso da seção HH para fins de estimação da composição química da carcaça de animais zebuínos.

Os coeficientes de correlação encontrados por Hankins e Howe (1946) entre as variáveis utilizadas para ajustar equações de estimativa da composição de proteína bruta na carcaça, a partir da concentração destes nutrientes na seção HH foram de 0,84 e 0,46; respectivamente. Valores muito próximos aos obtidos neste trabalho para proteína (0,86).

Foram desenvolvidas equações de regressão entre a composição química do corpo vazio e da seção HH (Tabela 5), no sentido de possibilitar a estimativa da composição corporal de forma mais rápida e menos trabalhosa, uma vez que a moagem e as análises de todas as outras partes do corpo seriam substituídas pela análise do corte da seção HH.

Em relação às porcentagens de água, proteína bruta e gordura observadas no corpo vazio, em função destes mesmos constituintes estimados no corpo vazio pelo corte da seção HH, observou-se que houve bom ajustamento das equações geradas, o mesmo não ocorrendo para o teor de minerais (Figura 2), onde foi observado uma subestimação de 14,91% para a seção HH (Tabela 4).

Analisando-se especificamente a gordura, principal componente energético do corpo, a equação obtida (Tabela 5) confere um bom grau de precisão e acurácia, confirmado pelo alto valor do coeficiente de determinação da equação ( $R^2 = 0,75$ ).

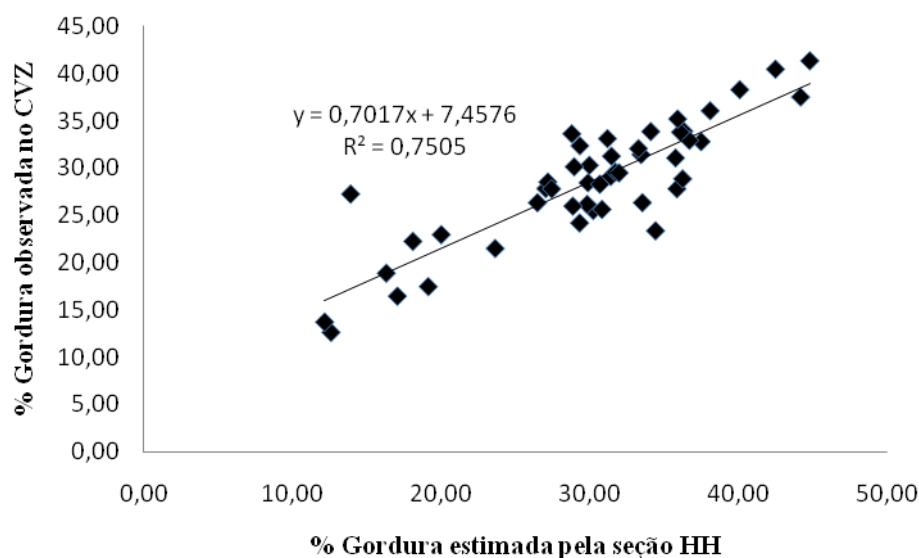
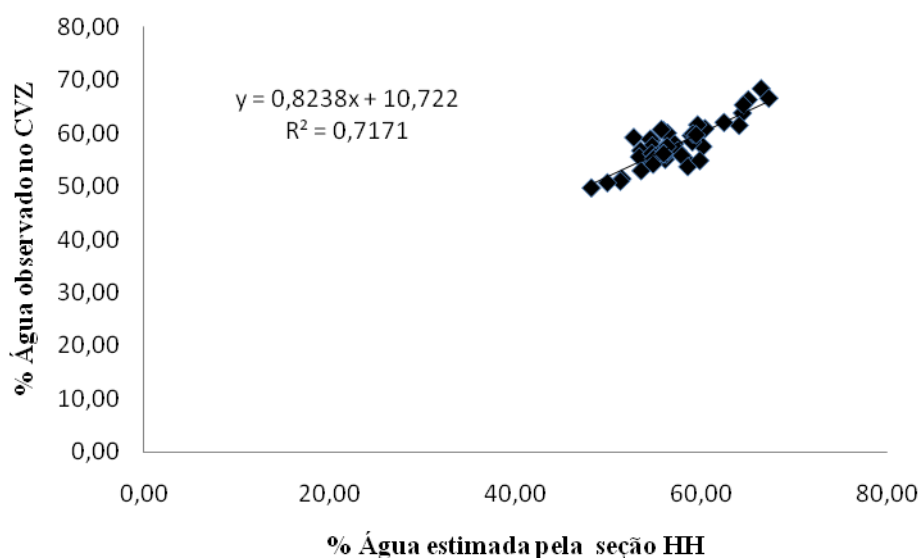
Tabela 4 – Médias e amplitudes de variação para as porcentagens de água, gordura, proteína bruta e matéria mineral no corpo vazio observado e estimado por meio da seção HH em ovinos Somalis Brasileira em crescimento.

Componente	Composição observada	Composição estimada
		Água
Média (%)	57,83 ± 4,14	57,19 ± 4,26
Amplitude de variação (%)	49,72 - 68,41	48,09 - 67,28
		Gordura
Média (%)	28,55 ± 6,35	30,06 ± 7,84
Amplitude de variação (%)	12,57 - 41,32	13,87 - 35,89
		Proteína bruta
Média (%)	13,05 ± 1,52	12,56 ± 2,04
Amplitude de variação (%)	9,39 - 16,80	7,99 - 17,61
		Matéria mineral
Média (%)	2,29 ± 0,50	1,99 ± 0,92
Amplitude de variação (%)	1,66 - 3,73	0,90 - 4,67

Tabela 5 - Relações entre os componentes químicos observados no corpo vazio e estimados por meio da seção HH em cordeiros Somalis Brasileira em crescimento.

Variáveis	Equação de regressão					
	Intercepto (a)		Coeficiente (b*X)		R <sup>2</sup>	r
	Estimativa	Valor P	Estimativa	Valor P		
Água	10,722	0,02	0,823	<0,001	0,71	0,84
Gordura	7,457	<0,001	0,701	<0,001	0,75	0,86
Proteína bruta	5,125	<0,001	0,630	<0,001	0,72	0,84
Matéria mineral	1,603	<0,001	0,344	<0,001	0,40	0,63

R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinação; r = Coeficiente de correlação de Pearson.



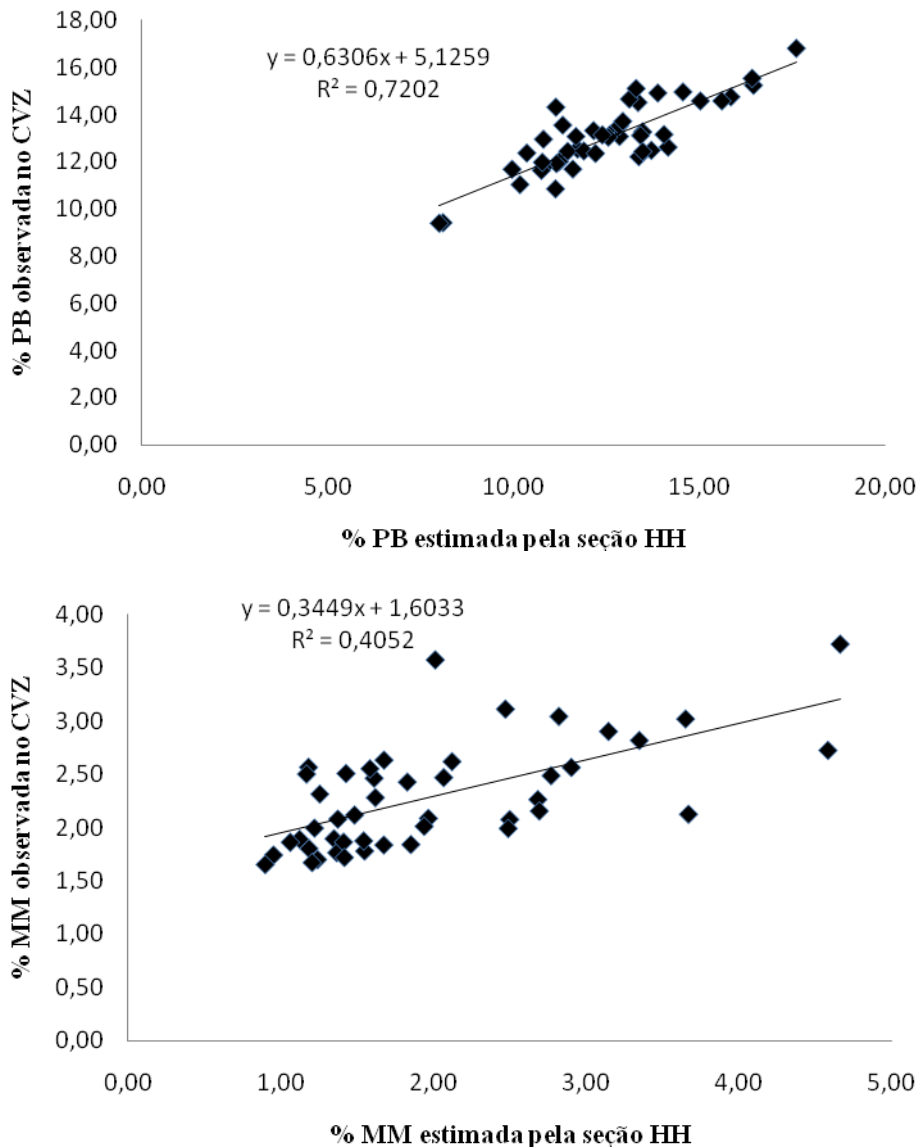


Figura 2 - Relação entre os teores (%) de água, gordura, proteína bruta (PB) e matéria mineral (MM) observados no corpo vazio (CVZ) e estimados pela seção HH.

Geralmente, os trabalhos têm gerado as suas próprias equações de forma isolada, não havendo maior integração dos dados disponíveis. Uma possível análise mais abrangente de conjuntos de dados independentes, gerados em condições diversas com animais heterogêneos, seria o mais recomendado no sentido de construir e definir equações de predição da composição química da carcaça e do corpo vazio de ovinos de corte no Brasil, a partir do corte da seção HH. Nessa circunstância, testes de identidade dos diferentes modelos gerados e da homogeneidade das variâncias das populações que originaram as diferentes amostras seriam empregados para permitir a análise conjunta

dos dados, dando origem a equações que poderiam ser recomendadas de forma mais segura.

## CONCLUSÃO

Os teores de água, proteína bruta e gordura da carcaça podem ser preditos pela seção HH.

A composição química da seção HH pode ser utilizada em substituição à composição química da carcaça para prever a composição química do corpo vazio em ovinos Somalis Brasileira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALHASSAN, W.S.; BUCHANAN-SMITH, J.G.; USBORNE, W.R. et al. Predicting empty body composition of cattle from carcass weight and rib cut composition. **Canadian Journal of Animal Science**, v.55, p.369-376, 1975.

ALLEONI, G.F.; BOIN, C.; LEME, P.R. et al. Avaliação da gravidade específica e de outras medidas corporais e da carcaça para estimar a composição corporal de novilhos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.2, p.375-381, 1997.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Virginia: Arlington. 1990.1117p.

CARVALHO, S. **Desempenho, composição corporal e exigências nutricionais de cordeiros machos inteiros, machos castrados e fêmeas alimentados em confinamento**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1998. 102p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Santa Maria, 1998.

CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J.C.; HENRIQUE, 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.

HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. Gainesville: University of Florida, 2000. P.A-25 (Bulletin, 339).

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.L. et al. Estimativa da composição química corporal de tourinhos Santa Gertrudes a partir da composição química e física das 9-10-11as costelas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.709-718, 2003.

KARNUAH, A.B.; MORIYA, K.; NAKANISHI, N. et al. Computer image analysis for prediction of carcass composition from cross-section of Japanese Black steers. **Journal of Animal Science**, v.79, n.11, p.2851-2856, 2001.

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.

LANNA, D.P.D.; BOIN, C.; ALLEONI, G.F. et al. Estimation of carcass and empty body composition of Zebu bulls using the composition of rib cuts. **Scientia Agricola**, v.52, n.1, p.189-197, 1995.

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

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**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press. 248 p. 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press. 242 p. 2007.

SAS - System for Windows, Release 9.1. **SAS Institute Inc**, Cary, NC, USA, 2003.



SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; VAN SOEST, P.J. FOX, D.G.; RUSSEL, 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.

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

VÉRAS, A.S.C., VALADARES FILHO, S.C.V., SILVA, J.F.C. et al. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.8, p.2379-2389, 2000.

WEISS, W.P. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61. 1999, Ithaca. Proceedings... Ithaca: Cornell University.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

As exigências líquidas de energia e de proteína para ovinos Somalis Brasileira 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 ovinos Somalis Brasileira são inferiores aos valores apresentados pelos principais sistemas de alimentação e exigências nutricionais de ruminantes.

As exigências de nutrientes digestíveis totais de ovinos Somalis Brasileira são semelhantes aos recomendados pelo *National Research Council (2007)* para animais de maturidade tardia. O mesmo não acontecendo para exigência de proteína metabolizável, que para ovinos Somalis Brasileira são inferiores.

O modelo SRNS é confiável para prever o consumo de matéria seca para ovinos Somalis Brasileira.

Os resultados obtidos neste trabalho, juntamente com resultados de outras pesquisas, servirão de base para elaboração de uma tabela de exigências nutricionais para ovinos deslanados criados nas condições semiárida brasileira.

Os resultados apresentados neste estudo indicam que a composição química da seção HH prediz com precisão a composição química do corpo vazio de ovinos Somalis Brasileira.