



EDITORA
OMNIS SCIENTIA



**UTILIZAÇÃO DE ENERGIA
METABOLIZÁVEL NA
ALIMENTAÇÃO DE
OVINOS SOMALIS BRASILEIRA
CRIADOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

VOLUME 1



ORGANIZADOR
RILDSON MELO FONTENELE



EDITORA
OMNIS SCIENTIA



**UTILIZAÇÃO DE ENERGIA
METABOLIZÁVEL NA
ALIMENTAÇÃO DE
OVINOS SOMALIS BRASILEIRA
CRIADOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

VOLUME 1



ORGANIZADOR
RILDSON MELO FONTENELE

Editora Omnis Scientia

**UTILIZAÇÃO DE ENERGIA METABOLIZÁVEL NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS
SOMALIS BRASILEIRA CRIADOS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Volume 1

1ª Edição

RECIFE - PE

2024

Editor-Chefe

Dr. Daniel Luís Viana Cruz

Organizador

Rildson Melo Fontenele

Conselho Editorial

Dr. Amâncio António de Sousa Carvalho - ESS-UTAD - Portugal

Dr. Cássio Brancaleone - UFFS - Brasil

Dr. Marcelo Luiz Bezerra da Silva – UEPa – Brasil

Dra. Pauliana Valéria Machado Galvão - UPE - Brasil

Dr. Plínio Pereira Gomes Júnior - UFRPE - Brasil

Dr. Walter Santos Evangelista Júnior - UFRPE - Brasil

Dr. Wendel José Teles Pontes - UFPE - Brasil

Editores de Área - Ciências Agrárias

Dr. Álefe Lopes Viana

Dr. Luis de Souza Freitas

Dra. Marcia Helena Niza Ramalho Sobral

Dr. Walter Santos Evangelista Júnior

Assistente Editorial

Thialla Larangeira Amorim

Imagem de Capa

Canva e Freepik

Edição de Arte

Vileide Vitória Larangeira Amorim

Revisão

Os autores



**Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons – Atribuição-
NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.**

**O conteúdo abordado nos artigos, seus dados em sua forma, correção e
confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Lumos Assessoria Editorial

U89 Utilização de energia metabolizável na alimentação de ovinos Somalis brasileira criados no semiárido brasileiro : volume 1 [recurso eletrônico] / organizador Rildson Melo Fontenele. — 1. ed. — Recife : Omnis Scientia, 2024.
Dados eletrônicos (pdf).

Inclui bibliografia.
ISBN 978-65-6036-594-0
DOI: 10.47094/978-65-6036-594-0

1. Ovinos - Criação - Brasil. 2. Ovinos - Nutrição.
3. Nutrição animal. I. Fontenele, Rildson Melo.

CDD23: 636.30981

Bibliotecária: Priscila Pena Machado - CRB-7/6971

Editora Omnis Scientia

Av. República do Líbano, nº 251, Sala 2205, Torre A,
Bairro Pina, CEP 51.110-160, Recife-PE.

Telefone: +55 87 99914-6495

editoraomnisscientia.com.br

contato@editoraomnisscientia.com.br



PREFÁCIO

A respectiva obra trata-se de uma compilação de pesquisas nas áreas de nutrição e produção de ovinos da raça Somalis Brasileira realizadas no Semiárido brasileiro. As pesquisas que compõem essa obra tratam-se de estudos sobre o efeito de diferentes níveis de energia metabolizável na dieta em parâmetros importantes para a melhoria da eficiência produtiva desses animais, tais como: consumo de nutriente, padrões nictemerais do comportamento ingestivo, desempenho, características de carcaça in vivo e post-mortem, cortes comerciais, peso e rendimento dos componentes não carcaça, exigências de energia, proteína, macro e microminerais. Assim como, avaliar a adequabilidade do modelo nutricional Small Ruminant Nutrition System (SRNS) para estimar o consumo de matéria seca (CMS), ganho médio diário (GMD), e a predição da composição química corporal de cordeiros da raça Somalis Brasileira não castrados usando a composição da seção entre a 9-11^a costela (seção HH).

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1.....10

PARÂMETROS NUTRICIONAIS E PADRÕES NICTEMERAIS DO COMPORTAMENTO INGESTIVO DE CORDEIROS SOMALIS BRASILEIRA ALIMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL

Rebeca Magda da Silva Aquino

Francisco Wellington Rodrigues Lima

Paulo César Lopes de Arruda

Anna Beatriz Rêgo do Carmo

Rildson Melo Fontenele

DOI: 10.47094/978-65-6036-594-0/10-29

CAPÍTULO 2.....30

DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA *IN VIVO* E *POST-MORTEM* E CORTES COMERCIAIS DE OVINOS SOMALIS BRASILEIRA ALIMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL

Rebeca Magda da Silva Aquino

Francisco Wellington Rodrigues Lima

Paulo César Lopes de Arruda

Anna Beatriz Rêgo do Carmo

Rildson Melo Fontenele

DOI: 10.47094/978-65-6036-594-0/30-63

CAPÍTULO 3.....64

NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL EM RAÇÕES DE OVINOS SOMALIS BRASILEIRA: PESO E RENDIMENTO DOS COMPONENTES NÃO CARÇAÇA

Rebeca Magda da Silva Aquino

Francisco Wellington Rodrigues Lima

Paulo César Lopes de Arruda

Anna Beatriz Rêgo do Carmo

Rildson Melo Fontenele

DOI: 10.47094/978-65-6036-594-0/64-76

CAPÍTULO 4.....77

EFEITO DA ENERGIA METABOLIZÁVEL NA COMPOSIÇÃO E EXIGÊNCIAS DE ENERGIA LÍQUIDA DE OVINOS SOMALIS BRASILEIRA

Rildson Melo Fontenele

Francisco Wellington Rodrigues Lima

Rebeca Magda da Silva Aquino

Paulo César Lopes de Arruda

Anna Beatriz Rêgo do Carmo

DOI: 10.47094/978-65-6036-594-0/77-93

CAPÍTULO 5.....94

EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA LÍQUIDA PARA OVINOS SOMALIS BRASILEIRA ALIMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL

Rildson Melo Fontenele

Francisco Wellington Rodrigues Lima

Rebeca Magda da Silva Aquino

Paulo César Lopes de Arruda

Anna Beatriz Rêgo do Carmo

DOI: 10.47094/978-65-6036-594-0/94-109

CAPÍTULO 6.....110

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE USO DA ENERGIA METABOLIZÁVEL DE MANTENÇA E GANHO E AVALIAÇÃO DO MODELO *SMALL RUMINANT NUTRITION SYSTEM* EM OVINOS SOMALIS BRASILEIRA

Rildson Melo Fontenele

Francisco Wellington Rodrigues Lima

Rebeca Magda da Silva Aquino

Paulo César Lopes de Arruda

Anna Beatriz Rêgo do Carmo

DOI: 10.47094/978-65-6036-594-0/110-126

CAPÍTULO 7.....	127
PREDIÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE OVINOS DA RAÇA SOMALIS BRASILEIRA USANDO A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA SEÇÃO HH	
Rildson Melo Fontenele	
Francisco Wellington Rodrigues Lima	
Rebeca Magda da Silva Aquino	
Paulo César Lopes de Arruda	
Anna Beatriz Rêgo do Carmo	
DOI: 10.47094/978-65-6036-594-0/127-142	
CAPÍTULO 8.....	143
COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS DE MACROMINERAIS DE CORDEIROS DA RAÇA SOMALIS BRASILEIRA	
Francisco Wellington Rodrigues Lima	
Rebeca Magda da Silva Aquino	
Paulo César Lopes de Arruda	
Anna Beatriz Rêgo do Carmo	
Rildson Melo Fontenele	
DOI: 10.47094/978-65-6036-594-0/143-159	
CAPÍTULO 9.....	160
COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS DE MICROMINERAIS DE CORDEIROS DA RAÇA SOMALIS BRASILEIRA	
Francisco Wellington Rodrigues Lima	
Rebeca Magda da Silva Aquino	
Paulo César Lopes de Arruda	
Anna Beatriz Rêgo do Carmo	
Rildson Melo Fontenele	
DOI: 10.47094/978-65-6036-594-0/160-175	

PARÂMETROS NUTRICIONAIS E PADRÕES NICTEMERAIS DO COMPORTAMENTO INGESTIVO DE CORDEIROS SOMALIS BRASILEIRA ALIMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL

Rebeca Magda da Silva Aquino¹;

Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE

<http://lattes.cnpq.br/3080588114220271>

Francisco Wellington Rodrigues Lima²;

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Valença do Piauí, PI

<http://lattes.cnpq.br/9548341939475049>

Paulo César Lopes de Arruda³;

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Piripiri, PI

<http://lattes.cnpq.br/9588390189130688>

Anna Beatriz Rêgo do Carmo⁴;

Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE

<http://lattes.cnpq.br/6810974258471510>

Rildson Melo Fontenele⁵.

Faculdade de Tecnologia CENTEC - FATEC CARIRI (FATEC Cariri), Juazeiro do Norte, CE

<http://lattes.cnpq.br/9114260410299837>

RESUMO: Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o consumo, a digestibilidade dos nutrientes e o comportamento ingestivo de ovinos Somalis Brasileira em crescimento alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável (EM). Foram utilizados 40 animais, não castrados, com peso corporal médio de $13,47 \pm 1,76$ kg. Os animais foram distribuídos em cinco tratamentos experimentais com diferentes níveis de energia metabolizável (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg de MS), em delineamento em blocos casualizados, com oito repetições por tratamento. Os consumos, em g/dia, de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidrato fibroso (CF) foram influenciados de forma quadrática ($P < 0,05$) pelos níveis de energia metabolizável. Efeito semelhante foi observado para os consumos de MS ($\text{g/kg}^{0,75}$) e FDN (%PV e $\text{g/kg}^{0,75}$). O aumento de EM influenciou de forma linear crescente ($P < 0,05$) os consumos (g/dia) de matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), carboidrato não fibroso (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT) e MS, em %PV. Foi observado efeito linear crescente ($P < 0,05$) para

a digestibilidade da MS, MO, CT e CNF e efeito quadrático ($P < 0,05$) para PB, EE, FDN e CF com o incremento de EM nas rações. Os tempos de alimentação e ócio (h/dia) e as eficiências de alimentação e ruminação (g FDN/h) apresentaram efeito quadrático ($P < 0,05$), enquanto as eficiências de alimentação e ruminação (g MS/h) aumentaram linearmente com o aumento dos níveis energéticos das rações. Foi observado efeito linear decrescente ($P < 0,05$) para o tempo de mastigação total, embora o tempo de ruminação não tenha sido influenciado ($P > 0,05$) pelos níveis de EM na dieta. O número de bolos ruminais, número de mastigações merícicas por dia, número de mastigações merícicas e tempo de mastigações merícicas por bolo ruminal não foram influenciados ($P > 0,05$) pelo incremento de energia. Conclui-se que o aumento dos níveis de EM das rações, até o nível de 2,69 Mcal/kg de MS, influencia o consumo, a digestibilidade dos nutrientes e o comportamento ingestivo de ovinos Somalis Brasileira em crescimento.

PALAVRAS-CHAVE: Digestão. Ingestão. Ócio. Ruminação.

NUTRITIONAL PARAMETERS AND NYCTEROHEMERAL PATTERNS OF INGESTIVE BEHAVIOR OF LAMBS BRAZILIAN SOMALI FED DIFFERENT LEVELS OF METABOLIZABLE ENERGY

ABSTRACT: The study was conducted to determine the intake, nutrient digestibility and ingestive behavior of Brazilian Somali lambs fed different levels of metabolizable energy (ME). Forty Brazilian Somali, non-castrated, with average body weight of 13.47 ± 1.76 kg. Five experiments treatments were used with different metabolizable energy levels (1.18, 2.07, 2.25, 2.42 and 2.69 Mcal/kg DM) in a randomized block design with eight replicates per treatment. Quadratic effect ($P < 0.05$) of ME level was determined for DM, CP, NDF and FC (g/day) intake. Similar effect was observed for DM ($\text{g/kg}^{0.75}$) and NDF ($\text{g/kg}^{0.75}$ and %BW). The increased of ME influence linearly increased ($P < 0.05$) consumption (g/day) of OM, EE, NFC, and TDN DM, % LW. The linear effect ($P < 0.05$) was observed for digestibility of DM, OM, TC and NFC and quadratic effect ($P < 0.05$) for CP, EE, NDF and FC with the increase of ME in the diet. Eating and idle (hours/day) and efficiencies of feeding and rumination (g NDF/h) showed a quadratic effect ($P < 0.05$), while the efficiencies of feeding and rumination (g DM/h) increased linearly with increasing power levels in the diet. We observed a negative linear effect ($P < 0.05$) for TMT, while TRU was not influenced ($P > 0.05$) by MS in the diet. The number of ruminal bolus, number of chews per day, number of chews and chews time per ruminal bolus were not affected ($P > 0.05$) by increasing energy. It is concluded that the increase of ME levels of the diet influences intake, nutrient digestibility and ingestive behavior of lambs Brazilian Somali growing.

KEY-WORDS: Digestion. Idleness. Ingestion. Rumination.

INTRODUÇÃO

Dentre os fatores que influenciam a eficiência produtiva em sistemas de produção de ruminantes, o custo de alimentação dos animais é a mais importante variável dos custos operacionais de produção. Desta maneira, o conhecimento do consumo de matéria seca das rações possibilita maior previsibilidade das respostas produtivas dos animais. A partir do conhecimento quantitativo dos nutrientes, poderão ser balanceadas dietas que resultem em maior eficiência dos sistemas de produção, por minimizar os custos com a alimentação e as perdas em nutrientes (Russell *et al.*, 1992; Sniffen *et al.*, 1992).

Vários fatores influenciam o consumo voluntário de nutrientes. Teorias individuais baseadas em enchimento físico do rúmen, fatores relacionados a *feedback* metabólico ou consumo de oxigênio, têm sido utilizadas para determinação e/ou predição do consumo de matéria seca (NRC, 2001). Segundo Mertens (1994), o desempenho animal é função direta do consumo de matéria seca digestível. Nesta circunstância, 60 a 90% do desempenho decorrem da variação do consumo, enquanto 10 a 40% provêm de flutuações na digestibilidade (Costa *et al.*, 2005).

As características de digestibilidade são intrínsecas ao alimento, bem como a sua composição, o consumo e sua intensidade assumem particular importância nos sistemas de produção animal. Desta forma, o consumo é considerado o fator mais importante na determinação do desempenho animal. Neste contexto, o estudo do comportamento ingestivo pode propiciar nova perspectiva para o modelo convencional de abordagem científica zootécnica, abrindo novos horizontes e trazendo inovações a situações não consideradas ou mal compreendidas, principalmente no que se refere às práticas de manejo (Silva *et al.*, 2004).

Dessa forma, o objetivo neste trabalho foi avaliar o consumo e a digestibilidade dos nutrientes e sua relação com as variáveis de comportamento ingestivo de cordeiros da raça Somalis Brasileira em confinamento alimentados com dietas com diferentes níveis de energia meabolizável.

MATERIAL E MÉTODOS

Local e período experimental

O experimento foi desenvolvido no Setor de Digestibilidade do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza, Ceará. O período experimental teve duração de 101 dias, com início em novembro de 2010 e término em fevereiro de 2011.

Animais, instalações e dietas experimentais

Foram utilizados 40 cordeiros da raça Somalis Brasileira, não castrados, com peso corporal médio inicial de $13,47 \pm 1,76$ kg e, aproximadamente, 60 dias de idade. Inicialmente, os animais foram pesados, identificados e vermifugados. Posteriormente, foram alocados em baias individuais em um galpão com duas áreas distintas, onde a primeira metade dos animais permaneceu em baias de alvenaria e a outra metade em baias de madeira, situadas na parte mais elevada do galpão. As baias foram providas de piso de concreto, forrado com cama de maravalha, e continham comedouros e bebedouros individuais. Os animais passaram por um período de adaptação de 14 dias.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco tratamentos e oito repetições, sendo os tratamentos referentes às dietas com diferentes níveis de energia metabolizável (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg de MS), obtidos a partir de diferentes relações volumoso:concentrado (100:00; 80:20; 60:40; 40:60 e 20:80).

As rações experimentais foram compostas por feno de Tifton 85, farelo de soja, milho grão moído, cloreto de sódio, ureia, calcário, fosfato bicálcico e premix mineral. As rações foram formuladas conforme o NRC (2007) para conterem aproximadamente 16% de proteína bruta e promoverem ganhos de 200 g/dia; exceto para a relação 100:0, que foi formulada para atender a exigência de manutenção com 9% de proteína bruta. A composição química dos ingredientes e a composição percentual e química das rações experimentais estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Composição química dos ingredientes da ração em % MS.

Nutriente	Feno de Tifton 85	Farelo de soja	Milho grão moído	Concentrados ¹			
				2	3	4	5
Matéria seca	92,02	91,79	92,44	91,92	92,12	91,98	91,93
Matéria orgânica	94,37	93,29	97,98	94,07	96,74	96,71	96,38
Proteína bruta	9,25	42,74	7,99	45,08	26,21	21,47	18,88
Extrato etéreo	2,33	2,22	6,48	2,99	5,00	5,99	5,60
Matéria mineral	5,63	6,71	2,02	5,93	3,26	3,29	3,62
Fibra em detergente neutro	79,10	19,00	11,42	16,94	13,16	12,15	12,10
Fibra em detergente ácido	35,24	10,49	3,37	8,54	5,76	5,49	5,45
Carboidrato Fibroso	72,18	11,96	9,42	11,81	10,09	9,11	8,50
Lignina	4,49	0,86	0,75	0,96	0,37	1,47	0,71
Celulose	31,38	9,85	2,78	7,92	5,83	4,50	5,64
Hemicelulose	43,86	8,51	8,05	8,40	7,40	6,65	6,65
Carboidratos totais	82,79	48,33	83,51	46,00	59,57	69,24	70,53
Carboidratos não fibrosos	10,61	36,37	74,09	39,62	51,75	62,16	62,95

Fonte: Aquino *et al.* (2024).

¹Numeração correspondente ao tratamento o qual o concentrado foi utilizado.

Tabela 2. Composição percentual e química das rações experimentais.

Ingrediente (%MN)	Níveis de EM (Mcal/kg MS)				
	1,18	2,07	2,25	2,42	2,69
Feno de Tifton 85	100	80	60	40	20
Concentrado	0	20	40	60	80
Milho grão moído ¹	-	15,87	69,45	72,46	75,61
Farelo de soja ¹	-	80,65	28,53	24,88	22,59
Ureia ¹	-	3,00	1,25	1,12	0,50
Calcário ¹	-	-	-	0,54	0,66
Fosfato bicálcico ¹	-	-	-	-	0,07
Cloreto de sódio ¹	-	0,40	0,70	0,93	0,50
Premix mineral ^{1,2}	-	0,08	0,07	0,07	0,06
Composição bromatológica (%MS)					
Matéria seca	92,02	92,00	92,06	92,00	91,95
Matéria orgânica	94,37	94,31	95,32	95,77	95,98
Matéria mineral	5,63	5,69	4,68	4,23	4,02
Proteína bruta	9,25	16,42	16,03	16,58	16,95
Extrato etéreo	2,33	2,46	3,40	4,53	4,95
Fibra em detergente neutro	79,10	66,67	52,72	38,93	25,50
Fibra em detergente ácido	35,24	29,90	23,45	17,39	11,40
Lignina	4,49	3,78	2,84	2,67	1,46
Celulose	31,38	26,69	21,16	15,25	10,79
Hemicelulose	43,86	36,77	29,27	21,54	14,09
Carboidratos totais	82,79	75,43	75,89	74,66	74,08
Carboidrato fibroso	72,18	60,11	47,35	34,34	21,24
Carboidratos não fibrosos	10,61	16,41	27,06	41,54	52,48
NDT	34,78	57,68	60,88	66,85	74,50
NDT:PB	3,76	3,51	3,80	4,03	4,39

Fonte: Aquino *et al.* (2024).

¹Composição centesimal em relação à porção concentrada da dieta.

²Composição: Ca 7,5%; P 3%; Fe 16.500 ppm, Mn 9.750 ppm, Zn 35.000 ppm, I 1.000 ppm, Se 225 ppm, Co 1.000 ppm.

Consumo e digestibilidade

O fornecimento das rações foi realizado duas vezes ao dia, às 8h e às 16h. A quantidade de alimento oferecido e de sobras foram registradas diariamente a fim de determinar o consumo de alimento, realizando-se o ajuste para permitir sobras em torno de 10% do fornecido. A água foi colocada permanentemente à disposição dos animais.

Semanalmente, foram coletadas amostras do feno, concentrados e sobras da ração total, sendo estas acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificadas e armazenadas em freezer (-10°C), onde, ao final do período experimental, formaram uma amostra composta por tratamento/animal para posteriores análises laboratoriais.

Para determinação da digestibilidade dos nutrientes, a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) foi utilizada como indicador para estimar a produção de matéria seca fecal, conforme descrito por Casali *et al.* (2008). As fezes foram coletadas diretamente na ampola retal dos animais a cada 15 dias, durante três dias consecutivos: às 9h no primeiro dia, às 12h no segundo dia e às 17h no terceiro dia, obtendo-se 18 amostras por animal. Ao final do período experimental formaram-se amostras compostas por tratamento/animal. Amostras de fezes, sobras e alimentos foram pré-secas a 55°C e moídas para posterior incubação no rúmen, em sacos de náilon por um período de 240h. Para tal, foi utilizada uma vaca Pardo Suíço, com aproximadamente 600 kg de peso corporal, alimentada com ração padrão constituída de 60% de volumoso e 40% de concentrado. Após o período de incubação, as amostras foram retiradas e lavadas em água corrente até apresentarem-se totalmente claras. Posteriormente, os sacos de náilon foram acondicionados no aparelho determinador de fibra, onde se utilizou solução de detergente neutro para a extração a 100°C por uma hora, foi realizada a lavagem dos sacos com água destilada quente (>90°C) para a total retirada do detergente, em seguida estes foram lavados com acetona, secos em estufa a 55°C por 24h e depois por uma hora em estufa a 105°C, sendo posteriormente pesados.

Análises químicas

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal - LANA/DZ/CCA/UFC. As amostras de feno, ingredientes, concentrados, sobras e fezes foram pré-secas em estufa ventilada a 55°C/72h e moídas em moinho tipo Willey com peneira de malha de 1 mm, sendo submetidas às análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), conforme os procedimentos recomendados pela AOAC (1990) e fibra em detergente ácido (FDA), conforme Van Soest *et al.* (1991). Para análise de fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram tratadas com alfa amilase, sendo corrigido para cinzas residuais (Mertens, 2002) e para compostos nitrogenados residuais (Licitra *et al.*, 1996).

Os teores de carboidratos totais (CT), com base na matéria seca, foram calculados pela fórmula: $CT (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas)$, segundo Sniffen *et al.* (1992) e os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados conforme equação proposta por Weiss (1999): $CNF (\%) = 100 - (\%FDN_{cp} + \%PB + \%EE + \%cinzas)$. Para os concentrados, devido à presença de ureia em sua constituição, o teor de CNF foi calculado conforme proposto por Hall (2000), sendo $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivado da ureia} + \% \text{ da ureia}) + \%FDN_{cp} + \%EE + \%cinzas]$.

O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculado de acordo com Weiss (1999): $NDT = PBd + CNFd + FDN_{cpd} + (EEd \times 2,25)$; onde PBd, CNFd, FDN_{cpd} e EEd correspondem a proteína bruta digestível, carboidratos não-fibrosos digestíveis, fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína digestível e extrato etéreo digestível,

respectivamente. A energia digestível (ED) da dieta foi estimada em 4,409 Mcal/kg de NDT e convertida em energia metabolizável (EM) usando uma eficiência de 82% (NRC, 2000).

Comportamento ingestivo

Para mensuração do comportamento ingestivo, os animais foram submetidos à observação visual aos 96º e 97º dia experimental. No primeiro dia foi realizada observação visual, em intervalos de cinco minutos durante 24h, para determinação do tempo despendido com alimentação, ruminação e ócio, conforme metodologia proposta por Johnson e Combs (1991). O galpão foi mantido sob iluminação artificial à noite durante todo o período experimental.

No segundo dia, os animais foram observados durante três períodos de duas horas (8 às 10h; 14 às 16h e 18 às 20h), sendo coletadas informações para se estimar o número de mastigações meréricas por bolo ruminal e o tempo despendido com mastigação merérica por bolo ruminal, utilizando-se cronômetro digital.

As variáveis do comportamento ingestivo foram obtidas pelas equações:

$$EAL = CMS/TAL; \quad EAL = CFDN/TAL;$$

$$ERU = CMS/TRU; \quad ERU = CFDN/TRU;$$

$$TMT = TAL + TRU;$$

$$NBR = TRU/MMtb;$$

$$MMnd = NBR * MMnb, \text{ onde:}$$

EAL (g MS/h, g FDN/h) corresponde à eficiência de alimentação; CMS (g MS/dia) corresponde ao consumo de MS; TAL (h/dia) corresponde ao tempo de alimentação; CFDN (g FDN/dia) corresponde ao consumo de FDN; ERU (g MS/h, g FDN/h) corresponde à eficiência de ruminação; TRU (h/dia) corresponde ao tempo de ruminação; TMT (h/dia) corresponde ao tempo de mastigação total; NBR (nº/dia) corresponde ao número de bolos ruminais; MMtb (seg/bolo) corresponde ao tempo de mastigação merérica por bolo ruminal, MMnb (nº/bolo) corresponde ao número de mastigações meréricas por bolo ruminal e MMnd (nº/bolo) sendo o número de mastigações por dia (Polli *et al.*, 1996).

Análise estatística

O peso inicial dos animais foi utilizado como covariável. Verificou-se o efeito de bloco, representado pelas distintas áreas do galpão. O modelo matemático utilizado foi: $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \tau_1 + e_{ijk}$, onde Y_{ijk} = valor observado na parcela que recebeu o tratamento i no bloco j ;

μ = média geral da população; α_i = efeito do tratamento i (1, 2, 3, 4, 5); β_j = efeito do bloco j (1, 2); τ_1 = efeito da covariável peso inicial; e_{ijk} = erro aleatório.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando PROC GLM do SAS versão 9.0 (SAS, 2003). Foram testados os efeitos de grau linear, quadrático e cúbico quando observado nível de significância de 5%, ajustou-se equação de regressão usando PROC REG do SAS (9.0).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado efeito quadrático dos níveis de energia metabolizável (EM; $P < 0,05$) sobre o consumo de matéria seca, expresso em g/dia e $\text{g/kg}^{0,75}$, entretanto, quando expresso em %PC, o efeito foi linear crescente (Tabela 3). Os consumos máximos de MS estimados foram 684,74 g/dia e 71,52 $\text{g/kg}^{0,75}$, para os níveis de 2,69 e 2,42 Mcal/kg de MS, respectivamente.

Tabela 3. Consumo de nutrientes em ovinos Somalis Brasileira em função dos níveis de EM das rações experimentais.

Variáveis	Níveis de EM (Mcal/kg de MS)					EPM	Efeito		
	1,18	2,07	2,25	2,42	2,69		L	Q	C
Consumo (g/dia)									
MS ¹	390,52	549,45	695,00	762,15	636,83	22,18	<0,0001	0,0334	0,0005
MO ²	332,16	517,32	664,04	732,26	631,65	23,64	<0,0001	0,0446	0,6578
PB ³	32,43	104,75	134,93	135,09	127,18	6,55	<0,0001	0,0106	0,1725
EE ⁴	8,40	14,76	24,83	35,16	32,36	1,67	<0,0001	0,0378	0,0589
FDN ⁵	321,35	377,12	341,61	269,96	153,84	14,75	0,0017	<0,0001	0,8598
CT ⁶	287,65	401,03	495,07	538,29	462,74	15,96	<0,0001	0,0698	<0,0001
CF ⁷	254,85	338,08	305,37	239,3	127,68	13,37	0,0194	<0,0001	0,8299
CNF ⁸	36,82	100,50	207,55	342,94	375,06	21,48	<0,0001	<0,0001	<0,0001
NDT ⁹	144,47	318,55	434,70	511,20	481,09	21,56	<0,0001	0,6561	<0,0001
Consumo (%PC)									
MS ¹⁰	2,68	3,04	3,64	3,59	3,38	0,07	<0,0001	0,1475	0,0004
FDN ¹¹	2,27	2,17	1,82	1,30	0,78	0,10	<0,0001	<0,0001	0,0595
Consumo ($\text{g/kg}^{0,75}$)									
MS ¹²	52,12	62,70	75,75	76,94	67,13	1,63	<0,0001	0,0115	0,0809
FDN ¹³	43,91	44,24	37,84	27,73	16,49	1,85	<0,0001	<0,0001	0,1166

Fonte: Aquino *et al.* (2024).

EPM: erro padrão da média; L: efeito linear; Q: efeito quadrático; C: efeito cúbico;

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

$${}^1\hat{Y} = -277,72+714,97EM-132,78EM^2* (R^2=0,64);$$

$${}^2\hat{Y} = 59,84+243,17EM* (R^2=0,69);$$

$${}^3\hat{Y} = -197,57+249,87EM-47,38EM^2* (R^2=0,82);$$

$${}^4\hat{Y} = -14,98+17,92EM (R^2=0,73);$$

$${}^5\hat{Y} = -447,93+987,38EM-284,18EM^2* (R^2=0,74);$$

$${}^6\hat{Y} = 125,73+146,80EM* (R^2=0,55);$$

$${}^7\hat{Y} = -563,99+1036,09EM-289,84EM^2* (R^2=0,77);$$

$${}^8\hat{Y} = -283,15+233,08EM* (R^2=0,76);$$

$${}^9\hat{Y} = -139,05+244,32EM* (R^2=0,83);$$

$${}^{10}\hat{Y} = 2,03+0,58EM* (R^2=0,68);$$

$${}^{11}\hat{Y} = -0,76+4,15EM-1,34EM^2* (R^2=0,85);$$

$${}^{12}\hat{Y} = -5,12+63,30EM-13,07EM^2* (R^2=0,55);$$

$${}^{13}\hat{Y} = -25,19+92,78EM-28,88EM^2* (R^2=0,85).$$

Os resultados encontrados no presente estudo diferem dos obtidos por Cardoso *et al.* (2006) que estudando cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro (43; 37; 31 e 25% de FDN), observaram efeito linear crescente sobre o consumo de matéria seca, expresso em kg/dia e g/kg^{0,75}, e efeito quadrático quando expresso em %PC.

No que se refere ao consumo de MO, EE, CNF e NDT, expressos em g/dia, foi observado efeito linear crescente ($P<0,05$; Tabela 3), o que pode ser explicado devido a maior concentração destes nutrientes nas dietas (Tabela 2). O consumo de CT também apresentou comportamento semelhante, apesar da diminuição do teor deste nutriente com o aumento dos níveis de energia nas dietas. Tal fato pode estar associado ao aumento na digestibilidade desse nutriente (Tabela 4). Resultados semelhantes foram obtidos por Fontenele *et al.* (2011) estudando ovinos Santa Inês alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável (2,08; 2,28; 2,47 e 2,69 Mcal de EM/kg de MS).

Os consumos de PB, FDN e CF, expressos em g/dia, foram influenciados de forma quadrática ($P<0,05$) pelos níveis de energia metabolizável na dieta, onde foram estimados os consumos máximos em 131,87; 409,73 e 361,94 g/dia, correspondendo aos níveis de 2,64, 1,74 e 1,79 Mcal/kg de MS, respectivamente (Tabela 3). Camilo *et al.* (2012), trabalhando com níveis crescentes de energia metabolizável (0,96; 1,28; 1,72; 2,18 e 2,62 Mcal/kg de MS) em cordeiros Morada Nova, registraram efeito quadrático para os consumos de FDN e CF, expressos em g/dia, porém observaram efeito linear crescente para o consumo de PB.

O consumo de FDN, em %PC e g/kg^{0,75}, apresentou efeito quadrático (P<0,05) com pontos de máxima estimados em 2,45 %PC e 49,33 g/kg^{0,75} referentes aos níveis de 1,55 e 1,61 Mcal/kg de MS, respectivamente. A relação entre a ingestão de MS e o conteúdo de FDN na ração é quadrática mostrando que existe um ponto de inflexão entre o controle físico e fisiológico, no qual o efeito da massa de FDN sobre a ingestão cessa, e esta passa a depender do requerimento do animal (Van Soest, 1965).

Segundo Mertens (1994), a base para expressar consumo não é semelhante para os mecanismos físicos e fisiológicos de controle. O ideal é expressar em %PC quando se refere a rações de baixa qualidade, uma vez que a ingestão é limitada pelo enchimento do rúmen e está mais relacionada ao tamanho e à capacidade do trato digestório. Porém, quando o consumo é limitado pela demanda fisiológica de energia, a melhor forma de expressá-lo é com base no peso metabólico. O mecanismo de regulação fisiológica pode ser interpretado em uma situação onde, no consumo de matéria seca, a concentração energética da dieta seja igual ao requerimento animal (Mertens, 1994).

As digestibilidades da MS, MO, CT, CF e CNF foram influenciadas de modo linear crescente (P<0,05) com o incremento de EM na dieta (Tabela 4). Tal comportamento foi semelhante ao encontrado por Alves *et al.* (2003) avaliando ovinos Santa Inês alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável (2,42; 2,66; e 2,83 Mcal/kg de MS).

Tabela 4. Digestibilidade de nutrientes em ovinos Somalis Brasileira em função dos níveis de EM das rações experimentais.

Variáveis (%)	Níveis de EM (Mcal/kg de MS)					EPM	Efeito		
	1,18	2,07	2,25	2,42	2,69		L	Q	C
MS ¹	39,78	56,49	59,76	63,72	64,96	1,60	<0,0001	0,2412	0,3805
MO ²	45,59	57,19	61,02	65,76	67,77	1,38	<0,0001	0,5797	0,1400
PB ³	28,08	64,88	65,55	63,55	62,81	2,79	<0,0001	<0,0001	0,0389
EE ⁴	39,29	29,34	55,82	68,69	73,55	2,86	<0,0001	<0,0001	<0,0001
FDN ⁵	53,81	55,50	48,48	36,44	22,60	2,10	<0,0001	<0,0001	0,0773
CT ⁶	47,55	55,44	59,07	64,21	67,33	1,33	<0,0001	<0,0001	0,0778
CF ⁷	50,83	53,88	47,99	34,91	15,76	2,39	<0,0001	0,0940	0,2687
CNF ⁸	32,31	70,04	81,02	88,14	88,81	3,37	<0,0001	0,0025	0,0021

Fonte: Aquino *et al.* (2024).

EPM: erro padrão da média; L: efeito linear; Q: efeito quadrático; C: efeito cúbico.

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

$${}^1\hat{Y} = 19,85 + 17,49EM^* (R^2=0,77);$$

$${}^2\hat{Y} = 27,20 + 15,20EM^* (R^2=0,79);$$

$${}^3\hat{Y} = -115,34 + 154,76EM - 33,14EM^{2*} (R^2=0,91);$$

$${}^4\hat{Y} = 129,19 - 123,13EM + 38,90EM^{2*} (R^2=0,72);$$

$${}^5\hat{Y} = -34,47 + 117,27EM - 35,86EM^{2*} (R^2=0,91);$$

$${}^6\hat{Y} = 30,64 + 13,22EM^* (R^2=0,64);$$

$${}^7\hat{Y} = 83,11 - 19,89 (R^2=0,45);$$

$${}^8\hat{Y} = -12,82 + 40,03EM^* (R^2=0,92).$$

Os valores para a digestibilidade dos CNF foram inferiores aos relatados na literatura (Van Soest, 1967), pois estes apresentam digestibilidade quase que completa no trato gastrintestinal dos ruminantes, em média 98%.

Van Soest (1967) utilizou o teste da uniformidade nutricional para estabelecer a regressão entre a quantidade digestível (coeficiente de digestibilidade × concentração na forragem) do conteúdo celular e sua porcentagem na MS da forragem. O coeficiente angular da equação representa a digestibilidade verdadeira média, enquanto o intercepto corresponde à excreção endógena do componente. Em seu trabalho, Van Soest (1967) encontrou para o conteúdo celular a equação $Y = -12,9 + 0,98x$, ou seja, esta fração apresenta digestibilidade verdadeira média de 98%.

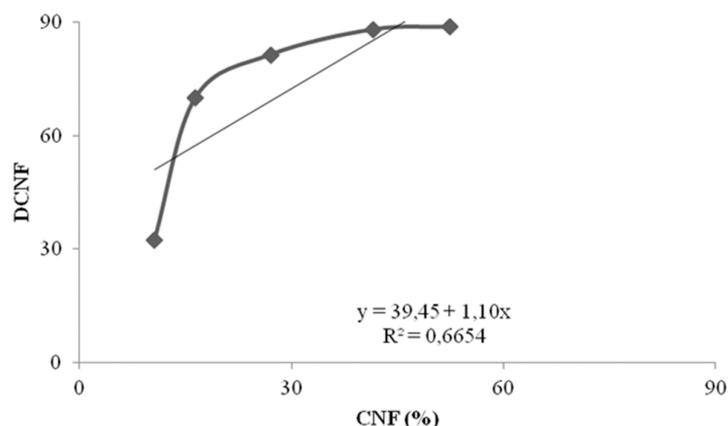
Tal coeficiente está de acordo com a observação de Jarrige (1967), citado por Van Soest (1967), de que as fezes dos ruminantes são isentas de carboidratos solúveis. Desta forma, Cabral *et al.* (2006) afirmam que o conteúdo celular das forragens não possui identidade química com o correspondente material solúvel das fezes. Assim, a digestibilidade aparente dos compostos nitrogenados e do conteúdo celular é função da sua concentração na forragem ou na dieta, relativo à sua produção endógena, o que está de acordo com os coeficientes de digestão aparentes obtidos neste estudo.

A digestibilidade verdadeira dos CNF foi estimada semelhantemente ao relatado por Van Soest (1967) e seguindo o trabalho de Cabral *et al.* (2006), onde foi feita regressão entre a quantidade digestível dos CNF (conteúdo na dieta x coeficiente de digestão) e a porcentagem destes compostos nas dietas (Figura 1). Obteve-se 1,1 como valor correspondente ao coeficiente angular da regressão, sendo próximo ao valor 0,98 verificado por Van Soest (1967), indicando assim que a digestibilidade verdadeira destes compostos é praticamente completa.

Entretanto, o excesso de CNF merece atenção especial, por serem prontamente fermentáveis podem comprometer a atividade microbiana no rúmen quando em altas quantidades, principalmente no que se refere à atividade das bactérias fibrolíticas,

prejudicando assim o processo de digestão.

Figura 1. Estimativa da quantidade digestível dos CNF (DCNF, em %) em função da sua porcentagem na MS das dietas.



Fonte: Aquino *et al.* (2024).

A digestibilidade da PB e FDN apresentaram comportamento quadrático ($P < 0,05$; Tabela 4) com pontos de máxima estimados em 65,34 e 61,40% referente aos níveis 2,33 e 1,64 Mcal/kg de MS, respectivamente.

Véras *et al.* (2000) trabalhando com bovinos Nelore alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado (25; 37,5; 50; 62,5 e 75%), observaram efeito quadrático para a digestibilidade da PB, EE e FDN. Segundo Mertens (1992), a redução excessiva da quantidade de fibra nas dietas de ruminantes pode prejudicar a digestibilidade total dos alimentos. Uma vez que, para manutenção das condições ótimas do rúmen, a fibra é fundamental, pois altera as proporções de ácidos graxos voláteis, em especial a relação acetato:propionato; estimula a mastigação e mantém o pH em níveis adequados ($6,7 \pm 0,5$) à atividade microbiana.

A digestibilidade do EE apresentou comportamento semelhante, e derivando-se a equação foi obtido o ponto de mínima estimado em 31,56%, correspondente ao nível 1,58 Mcal/kg de MS. Segundo o NRC (2001), o EE não representa uma fração nutricionalmente uniforme e, portanto, não tem digestibilidade constante entre os alimentos.

Verificou-se efeito dos níveis de EM sobre o tempo de alimentação e ócio, expressos em h/dia, os quais foram influenciados de forma quadrática ($P < 0,05$; Tabela 6), sendo que o tempo máximo de alimentação e o tempo mínimo de ócio foram de 6 e 9,4 h/dia para os níveis de 1,61 e 1,59 Mcal/kg de MS, respectivamente.

Quanto menor a ingestão de fibra, menor será o tempo despendido pelos animais em ingestão, aumentando assim, o tempo em que estes permanecem em ócio (Van Soest, 1994). Carvalho *et al.* (2006), estudando o comportamento ingestivo de cabras alimentadas

com forragem contendo diferentes níveis de FDN (20, 27, 34, 41 e 48%), relataram aumento linear no tempo despendido em alimentação e redução no tempo despendido em ócio.

Tabela 5. Tempo de alimentação (TAL), eficiência de alimentação (EAL), tempo de ruminação (TRU), eficiência de ruminação (ERU), tempo de mastigação total (TMT) e ócio, em função dos níveis de EM das rações experimentais.

Variáveis	Níveis de EM (Mcal/kg de MS)					EPM	Efeito		
	1,18	2,07	2,25	2,42	2,69		L	Q	C
TAL (h/dia) ¹	5,48	6,33	4,52	3,90	3,67	0,22	0,0021	0,0049	0,0022
EAL (g MS/h) ²	73,79	87,67	163,90	199,16	192,68	10,68	<0,0001	0,1255	0,0100
EAL (g FDN/h) ³	60,25	60,61	80,53	71,12	47,54	3,51	0,8306	0,0331	0,0237
TRU (h/dia) ⁴	8,41	8,61	6,77	7,84	7,20	0,28	0,1401	0,6836	0,4328
ERU (g MS/h) ⁵	47,48	64,06	130,77	100,31	90,50	8,36	0,0235	0,3775	0,0809
ERU (g FDN/h) ⁶	39,59	44,04	64,05	35,28	22,44	4,10	0,4103	0,0126	0,4212
TMT (h/dia) ⁷	13,89	14,95	11,29	11,75	10,87	0,43	0,0119	0,1074	0,0571
Ócio (h/dia) ⁸	10,12	8,98	12,63	12,03	13,60	0,43	0,0058	0,0319	0,0956

Fonte: Aquino *et al.* (2024).

EPM: erro padrão da média; L: efeito linear; Q: efeito quadrático; C: efeito cúbico.

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

NS = não significativo.

$${}^1\hat{Y} = -0,15+7,62EM-2,36EM^{2*} (R^2=0,77);$$

$${}^2\hat{Y} = -46,00+89,10EM^* (R^2=0,88);$$

$${}^3\hat{Y} = -40,49+123,20EM-32,93EM^{2*} (R^2=0,83);$$

$${}^4\hat{Y} = 7,77^{NS};$$

$${}^5\hat{Y} = 6,98+37,58EM^* (R^2=0,74);$$

$${}^6\hat{Y} = -88,74+160,33EM-44,14EM^{2*} (R^2=0,74);$$

$${}^7\hat{Y} = 17,12-2,14EM^* (R^2=0,68);$$

$${}^8\hat{Y} = 18,48-11,47EM+3,63EM^{2*} (R^2=0,71).$$

As eficiências de alimentação e ruminação, em g FDN/h, apresentaram efeito quadrático ($P<0,05$; Tabela 5), onde os pontos de máxima foram referentes a 74,74 e 56,85 g FDN/h, correspondente aos níveis 1,87 e 1,82 Mcal/kg MS, respectivamente.

Para as eficiências de alimentação e de ruminação, em g MS/h, houve efeito linear crescente ($P<0,05$) à medida que os níveis de EM nas rações aumentaram. Segundo Van Soest (1994), o tempo despendido em ruminação é influenciado pela natureza da dieta, sendo proporcional ao teor de parede celular dos volumosos. Desta forma, em dietas

com proporções maiores de concentrado é observada maior eficiência de ruminação ou mastigação.

As inferências de Dado e Allen (1995) reiteram as observações de Van Soest (1994), ao afirmarem que o número de períodos de ruminação aumenta com o aumento no teor de fibra da dieta, havendo a necessidade de processamento da digesta ruminal para elevar a eficiência digestiva. Porém, neste estudo, o tempo de ruminação não foi influenciado ($P>0,05$; Tabela 5) pelos níveis de EM.

Já o tempo de mastigação total apresentou efeito linear decrescente ($P<0,05$; Tabela 5). Segundo Dulphy *et al.* (1980), quando decrescem os constituintes da parede celular da dieta, reduz o tempo total de mastigação. Resultados semelhantes foram observados por Fontenele *et al.* (2011), estudando ovinos Santa Inês alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável (2,08; 2,28; 2,47 e 2,69 Mcal de EM/kg de MS), e Camilo *et al.* (2012), trabalhando com níveis crescentes de energia metabolizável (0,96; 1,28; 1,72; 2,18 e 2,62 Mcal/kg de MS) em cordeiros Morada Nova.

O número de bolos ruminais, número de mastigações meréricas e de mastigações meréricas por bolo ruminal e o tempo de mastigações meréricas por bolo ruminal não foram influenciados ($P>0,05$; Tabela 6) pelos níveis de EM.

Segundo Jeon *et al.* (1997) e Lee *et al.* (2004), quanto menor o tamanho das partículas do volumoso, menor será o número de bolos ruminais. Entretanto, o volumoso utilizado foi finamente moído, possibilitando assim uma semelhança no tamanho das partículas entre os tratamentos, provavelmente tal fato foi responsável por não haver diferença significativa entre os mesmos em relação às variáveis citadas.

Tabela 6. Número de bolos ruminais (NBR), número de mastigações meréricas por dia (MMnd), número de mastigações meréricas por bolo ruminal (MMnb) e tempo de mastigações meréricas por bolo ruminal (MMtb), em função dos níveis de EM das rações experimentais.

Variáveis	Níveis de EM (Mcal/kg de MS)					Efeito			
	1,18	2,07	2,25	2,42	2,69	EPM	L	Q	C
NBR (nº/dia) ¹	706,88	675,01	528,28	624,43	608,57	24,70	0,1254	0,6407	0,4081
MMnd (nº/dia) ²	43970,46	46180,44	33747,66	43340,84	36565,81	1740,80	0,2024	0,5698	0,6460
MMnb (nº/bol) ³	61,85	68,25	66,40	70,08	61,24	1,55	0,6203	0,0744	0,4112
MMtb (seg/bol) ⁴	42,78	46,28	48,68	46,06	43,70	1,11	0,5214	0,1300	0,6317

Fonte: Aquino *et al.* (2024).

EPM: erro padrão da média; L: efeito linear; Q: efeito quadrático; C: efeito cúbico.

NS: não significativo.

$^1\bar{Y}=628,63^{NS}$;

$^2\bar{Y}=40761,04^{NS}$;

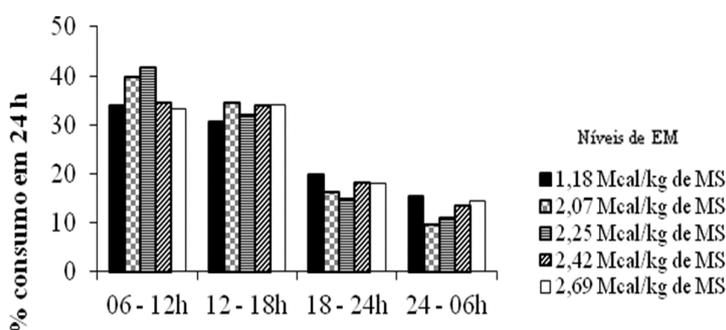
$^3\bar{Y}=65,56^{NS}$;

$^4\bar{Y}=45,50^{NS}$.

Foi observado que 69,64% do consumo total concentrou-se durante o dia (Figura 2), sendo este valor referente à soma dos períodos de 6 às 12 e 12 às 18 horas. Pereira *et al.* (2009) e Macedo *et al.* (2007) observaram médias de 83,92% e 57,12%, respectivamente, com o tempo gasto com alimentação somando os períodos de 6 às 12 horas e 12 às 18 horas.

Segundo Dado e Allen (1995), a ingestão de MS é elevada após o fornecimento da ração, quando o alimento ainda está fresco. Como os ruminantes são animais de hábito diurno, a atividade de alimentação é mais frequente durante o dia, contudo esse comportamento pode variar (Forbes, 1995).

Figura 2. Distribuição das atividades de consumo em quatro períodos de tempo (6 às 12 h; 12 às 18 h; 18 às 24 h; e 24 às 6 h) do dia.



Fonte: Aquino *et al.* (2024).

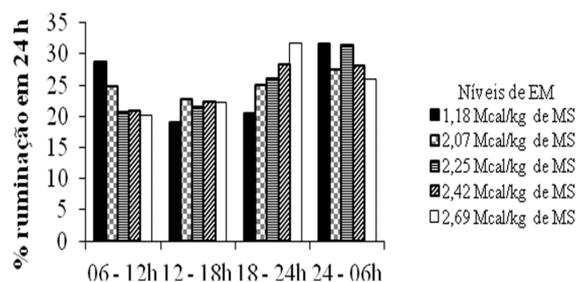
Foi observado que 55,29% da atividade de ruminação concentrou-se durante a noite (Figura 3), sendo este valor referente à soma dos períodos de 18 às 24 e 24 às 06 horas.

Após 10 horas do fornecimento da alimentação (Período 3), observou-se o início do padrão diário da atividade de ruminação, atingindo valores máximos durante às 6 horas subsequentes (Período 4).

Polli *et al.* (1996) observaram que, a atividade de ruminação é influenciada pela atividade de alimentação e ocorre após os períodos de ingestão do alimento, com o animal em estado de repouso.

Cardoso *et al.* (2006), avaliando cordeiros em confinamento, constaram que, a maior parte da atividade de ruminação (50,92%) ocorreu no período noturno. Segundo Fischer *et al.* (1998), os animais ruminam preferencialmente à noite, porém são também ritmados pelo fornecimento de alimento e sofrem forte influência da relação volumoso:concentrado da dieta.

Figura 3. Distribuição das atividades de ruminação em quatro períodos de tempo (6 às 12 h; 12 às 18 h; 18 às 24 h; e 24 às 6 h) do dia.



Fonte: Aquino *et al.* (2024).

CONCLUSÃO

O aumento dos níveis de energia metabolizável das rações influencia o consumo, a digestibilidade dos nutrientes e o comportamento ingestivo de ovinos Somalis Brasileira em crescimento.

O nível de 2,42 Mcal/kg de MS, nas condições estudadas no experimento, mostrou os melhores resultados, entretanto devem-se analisar vários fatores a fim de se escolher o melhor nível energético.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, K. S.; CARVALHO, F. F. R.; VÉRAS, A. S. C.; FERREIRA, M. A.; COSTA, R. G.; SANTOS, E. P.; FREITAS, C. R. G.; SANTOS JÚNIOR, C. M.; ANDRADE, D. K. B. Níveis de energia em dietas para ovinos Santa Inês: Digestibilidade aparente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1962-1968, 2003. Suplemento 2.

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

CABRAL, L. S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; MALAFAIA, P. A. M.; ZERVOUDAKIS, J. T.; SOUZA, A. L.; VELOSO, R. G.; NUNES, P. M. M. Consumo e digestibilidade dos nutrientes em bovinos alimentados com dietas à base de volumosos tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 6, p. 2406-2412, 2006.

CAMILO, D. A.; PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; OLIVEIRA, R. L.; CÂNDIDO, M. J. D.; COSTA, M. R. G. F.; AQUINO, R. M. S. Intake and feeding behavior of Morada Nova lambs fed different energy levels. **Italian Journal of Animal Science**, v. 11, n. 1, p. 13-19, 2012.

CARDOSO, A. R.; CARVALHO, S.; GALVANI, D. B.; PIRES, C. C.; GASPERIN, B. G.; GARCIA, R. P. A. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 604-609, 2006.

CARVALHO, S.; RODRIGUES, M. T.; BRANCO, R. H.; RODRIGUES, C. A. F. Comportamento ingestivo de cabras Alpinas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro proveniente da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p. 562-568, 2006.

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. A. L. Desempenho, digestibilidade e características de carcaça de novilhos zebuínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, 2005.

DADO, R. G.; ALLEN, M. S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary or inert bulk. **Journal of Dairy Science**, v. 78, n. 1, p. 119-133, 1995.

DULPHY, J. P.; REMOND, B.; THERIEZ, M. Ingestive behavior and related activities in ruminants. *In*: RUCKEBUSH, Y.; THIVEND, P. (Eds.) **Digestive physiology and metabolism in ruminants**. Lancaster: MTP, 1980. p. 103-122.

FIRKINS, J. L. Effects of feeding non forage fiber sources on site of fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 7, p. 1426-1437, 1997.

FISCHER, V.; DESWYSEN, A. G.; DÈSPRES, L.; DUTILLEUL, P.; LOBATO, J. F. P. Padrões nictemerais do comportamento ingestivo de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 2, p. 362-369, 1998.

FONTENELE, R. M.; PEREIRA, E. S.; CARNEIRO, M. S. S.; PIMENTEL, P. G.; CÂNDIDO, M. J. D.; REGADAS FILHO, J. G. L. Consumo de nutrientes e comportamento ingestivo de cordeiros da raça Santa Inês alimentados com rações com diferentes níveis de energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 6, p. 1280-1286, 2011.

FORBES, J. M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Wallington: CAB International, 1995. 532 p.

HALL, M. B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain**

non-protein nitrogen. Gainesville: University of Florida, 2000. p. 25. Bulletin, 339.

JEON, B. T. *et al.* The effect of different fiber sources on chewing behavior of Korean native cattle. **Korean Journal of Animal Science**, v. 39, n. 4, p. 383-390, 1997.

JOHNSON, T. R.; COMBS, D. K. Effects of pre partum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 3, p. 933-944, 1991.

KONONOFF, P. J.; HEINRICHS, A. J. The effect of reducing alfafa haylage particle size on cows in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 4, p. 1445-1457, 2003.

LEE, W. S.; LEE, B. S.; LEE, S. C.; LEE, S. S.; LEE, S. Y.; LEE, D. Y.; HA, J. K. Effects of rice straw and rice hull supplement on rumination and chewing behavior in Hanwoo steers. **Korean Journal of Animal Science**, v. 46, n. 1, p. 49-54, 2004.

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

MACEDO, C. A. B.; MIZUBUTI, I. Y.; MOREIRA, F. B.; PEREIRA, E. S.; RIBEIRO, E. L. A.; ROCHA, M. A.; RAMOS, B. M. O.; MORI, R. M.; PINTO, A. P.; ALVES, T. C.; CASIMIRO, T. R. Comportamento ingestivo de ovinos recebendo dietas com diferentes níveis de bagaço de laranja em substituição à silagem de sorgo na ração. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1910-1916, 2007.

MERTENS, D. R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p. 188-219.

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

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 7, p. 1463-1481, 1997.

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

MIRANDA, L. F.; QUEIROZ, A. C.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; PEREIRA, E. S.; CAMPOS, J. M. S.; LANNA, R. P.; MIRANDA, J. R. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 3, p. 614-620, 1999.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients Requeriments of Beef Cattle**. 8. ed. Washington: D.C.: National Academy Press, 2000. 248 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients Requeriments of Dairy Cattle**. Washington: D.C.: National Academy Press, 2001. 57 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Sheep**. Washington: D.C.: National Academic Press, 2007. 362 p.

PEREIRA, E. S.; MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; SELAIVE-VILLARROEL, A. B.; PIMENTEL, P. G. Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e comportamento ingestivo de bovinos da raça Holandesa alimentados com dietas contendo feno de capim-tifton 85 com diversos tamanhos de partícula. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 190-195, 2009.

POLLI, V. A.; RESTLE, J.; SENNA, D. B.; ALMEIDA, S. R. S. Aspectos relativos à ruminação de bovinos e bubalinos em regime de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n. 5, p. 987-993, 1996.

RUSSEL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; RAPOSA, D. G.; VAN SOEST, P. J.; SNIFFEN, C. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. 1. Rumen fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3551-3561, 1992.

SAS INSTITUTE INC. **Statistical Analysis System for Windows**, Release 9.1. SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA, 2003.

SILVA, R. R.; CARVALHO, G. G. P.; MAGALHÃES, A. F.; SILVA, F. F.; PRADO, I. N.; FRANCO, I. L.; VELOSO, C. M.; CHAVES, M. A.; PANIZZA, J. C. J. Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de holandês suplementadas em pastejo de *brachiaria decumbes*. Aspectos metodológicos. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v. 5, n. 10, p. 1-6, 2004.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; RAPOSA, D. G.; RUSSEL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 10, p. 3562-3577, 1992.

VAN SOEST, P. J. Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, 24, n. 3, p. 834-843, 1965.

VAN SOEST, P. J. Development of a comprehensive system of feeds analysis and its applications to forages. **Journal of Animal Science**, v.26, n.1, p.119-128, 1967

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

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. London: Comstock Publishing Associates, 1994. 476p.

VÉRAS, A. S. C.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; PAULINO, M. F.; CECON, P. R.; VALADARES, R. F. D.; FERREIRA, M. A.; CABRAL, L. S. Consumo e digestibilidade aparente em bovinos nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 2367-2378, 2000 (Suplemento 2).

WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. *In*: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

CAPÍTULO 2

DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA *IN VIVO* E *POST-MORTEM* E CORTES COMERCIAIS DE OVINOS SOMALIS DESEMPENHO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA *IN VIVO* E *POST-MORTEM* E CORTES COMERCIAIS DE OVINOS SOMALIS BRASILEIRA ALIMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL

Rebeca Magda da Silva Aquino¹;

Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE.

<http://lattes.cnpq.br/3080588114220271>

Francisco Wellington Rodrigues Lima²;

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Valença do Piauí, PI.

<http://lattes.cnpq.br/9548341939475049>

Paulo César Lopes de Arruda³;

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Piriipiri, PI.

<http://lattes.cnpq.br/9588390189130688>

Anna Beatriz Rêgo do Carmo⁴;

Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE.

<http://lattes.cnpq.br/6810974258471510>

Rildson Melo Fontenele⁵.

Faculdade de Tecnologia CENTEC - FATEC CARIRI (FATEC Cariri), Juazeiro do Norte, CE.

<http://lattes.cnpq.br/9114260410299837>

RESUMO: Objetivou-se com o presente estudo avaliar o ganho de peso médio diário (GMD), conversão alimentar (CA), eficiência alimentar (EA), características de carcaça, assim como o peso e rendimento de cortes comerciais de ovinos Somalis Brasileira em crescimento alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável (EM). Foram utilizados 40 animais, não castrados, com peso corporal médio inicial de $13,47 \pm 1,76$ kg. Os animais foram distribuídos em cinco tratamentos experimentais determinados por diferentes níveis de EM (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg de MS), em delineamento em blocos casualizados, com oito repetições por tratamento. Foi observado efeito linear crescente ($P < 0,05$) dos níveis de EM sobre o GMD e a EA, e decrescente ($P < 0,05$) para a CA. O peso de corpo vazio, peso e rendimento da carcaça fria foram influenciados de modo linear crescente ($P < 0,05$), enquanto a perda por jejum decresceu e o peso e rendimento de

carcaça quente, perda por resfriamento (kg e %) e rendimento biológico foram influenciados de maneira quadrática ($P < 0,05$). Os pesos absolutos de todos os cortes apresentaram efeito linear crescente ($P < 0,05$) com o aumento dos níveis de EM. Os pesos relativos do pescoço, costela e lombos anterior e posterior não foram influenciados ($P > 0,05$), porém observou-se efeito linear ($P < 0,05$) para os demais pesos relativos. As medidas obtidas *in vivo* apresentaram correlação significativa ($P < 0,05$), de moderada a alta, com as medidas observadas na carcaça. A técnica da ultrassonografia foi precisa, entretanto subestimou as medições de profundidade do *Longissimus dorsi* e área de olho de lombo, e superestimou a espessura de gordura. Conclui-se que o aumento dos níveis de EM nas rações de cordeiros Somalis Brasileira proporciona melhor desempenho produtivo, aumento no rendimento de carcaça fria e maiores pesos absolutos dos cortes. As medidas obtidas por ultrassom apresentam boa acurácia e podem ser utilizadas com razoável precisão para estimar as características da carcaça ovina.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência alimentar. Rendimento biológico. Ultrassom.

PERFORMANCE, CARCASS CHARACTERISTICS *IN VIVO* AND *POST-MORTEM* AND COMMERCIAL CUTS OF BRAZILIAN SOMALI SHEEP FED DIFFERENT LEVELS OF METABOLIZABLE ENERGY

ABSTRACT: The objective of this study to evaluate the average daily weight gain (ADG), feed conversion (FC), feed efficiency (FE), carcass characteristics *in vivo* and *post-mortem*, as well as weight and yield of retail cuts of Brazilian Somali sheep growing fed different levels of metabolizable energy (ME). Forty lambs, non-castrated, with body weight of $13.47 \text{ kg} \pm 1.76 \text{ kg}$ and 60 days old approximately were used. Five experimental treatments determined by different levels of ME (1.18, 2.07, 2.25, 2.42 and 2.69 Mcal/kg DM) in a randomized block design with eight replicates per treatment. Increasing linear effect ($P < 0.05$) was observed of levels of ME to ADG and FE, but decreased ($P < 0.05$) for FC. The increase in energy levels influenced ($P < 0.05$) linearly the empty body weight, loss fast, weight and cold carcass yields, and so the quadratic weight and hot carcass dressing, cooling loss (kg and %) and biological yield, with maximum points estimated at 2.58, 2.44, 1.68, 1.77 and 2.42 Mcal/kg DM, respectively. The absolute weights of all cuts were increased linearly ($P < 0.05$) with increased levels of ME. Relative weights of neck, rib and anterior and posterior loins were not affected ($P > 0.05$), but there was a linear effect ($P < 0.05$) relative to other weights. The ribeye area (AOLU), fat thickness (EGSU) and fat thickness on the back (EGSG) measured by ultrasound presented increased linearly ($P < 0.05$) with increased levels of ME. The absolute weights of all cuts were increased linearly ($P < 0.05$) with increasing levels of ME. The measurements obtained *in vivo* were significantly correlated ($P < 0.05$), moderate to high, with the action taken on the carcass. The technique of ultrasonography was accurate, however underestimated the depth measurements ribeye and loin eye area and

fat thickness overestimated. It is concluded that yield levels of ME in lamb diets Brazilian Somali provides better performance, increased cold carcass weights and higher absolute cuts. The measurements obtained by ultrasound have good accuracy and can be used with reasonable accuracy to estimate the characteristics of lamb carcass.

KEY-WORDS: Biological yield. Feed efficiency. Ultrasound.

INTRODUÇÃO

A demanda por carne ovina vem aumentando significativamente no Brasil durante os últimos anos, elevando assim a produção de animais para abate e impulsionando a ovinocultura brasileira (Macome, 2009). Dessa forma, o mercado consumidor e o atual cenário envolvido com a produção de ovinos estão voltados para a intensificação da produção e melhoria em termos qualitativos e quantitativos de carcaças ovinas (Medeiros *et al.*, 2008).

Segundo Siqueira e Fernandes (2000), o estudo dos aspectos qualitativos das carcaças ovinas tem grande importância, haja vista as peculiaridades dos sistemas de produção e dos genótipos utilizados. Entretanto, a energia contida nas dietas de ovinos pode interferir diretamente nas características de carcaça, uma vez que alta concentração energética tem favorecido o aumento dos depósitos de tecido adiposo.

Contudo, para cordeiros deslanados, cujo acúmulo de tecido adiposo ocorre em grande parte internamente, não se pode afirmar que dietas ricas em energia proporcionarão melhor acabamento e distribuição de tecido adiposo na carcaça (Cartaxo *et al.*, 2011).

A avaliação de carcaça por predições *in vivo* pode garantir a economicidade do processo produtivo, uma vez que possibilita determinar o grau de terminação e de desenvolvimento muscular dos animais (Sugisawa, 2002). Porém, estas informações ainda são normalmente determinadas por inspeção visual ou por meio de palpação, sendo sujeita a erros de avaliação (Frost *et al.*, 1997).

Assim, diversas metodologias têm sido desenvolvidas visando à predição da composição corporal dos animais com base na avaliação das carcaças ou na avaliação dos animais vivos, possibilitando a identificação de alterações na composição da carcaça em função da raça, sexo e manejo nutricional, entre outros.

Dessa forma, fica evidente a importância da técnica da ultrassonografia para a ciência animal, uma vez que proporciona avaliações de carcaça de forma precisa, objetiva e rápida (Stouffer, 2004). Porém, embora o estudo em bovinos esteja avançado, em ovinos ainda não existe um padrão definido para as medidas de coleta, transdutores e frequências a se utilizar.

Os ovinos possuem uma pequena quantidade de gordura subcutânea, quando comparado a outras espécies, tal fato somado ao custo do equipamento, a presença de lã ou pêlo, são apontados como as principais dificuldades envolvidos com a falta de padrão (Beltrame *et al.*, 2011).

As medidas realizadas na carcaça permitem comparações entre tipos raciais, peso e idades de abate, sistemas de alimentação e, também, o estabelecimento de correlações com outras medidas ou com os tecidos constituintes da carcaça, possibilitando a estimação de suas características físicas, evitando dessa forma, o oneroso processo de dissecação de carcaça (Silva e Pires, 2000).

Com o aumento da procura pela carne ovina, e sendo a alimentação um fator fortemente restritivo para a produção no Nordeste do Brasil, fazem-se necessárias melhorias no desempenho produtivo do rebanho (Alves *et al.*, 2003), o que pode ser alcançado por meio da melhoria do manejo nutricional.

Porém, tal fato pode proporcionar aumento no custo de produção, diminuindo sua rentabilidade. Assim, o consumo, ganho de peso, conversão alimentar e rendimento de carcaça são importantes parâmetros na avaliação do desempenho animal (Ferreira *et al.*, 1998).

As informações ultrassonográficas poderão complementar as avaliações realizadas rotineiramente em provas de ganho de peso e nos programas de seleção. Ao se agregarem mais informações de desempenho dos animais, haverá mais coerência no processo de decisão do produtor com reflexos positivos quanto ao atendimento dos objetivos dos sistemas de produção (Beltrame *et al.*, 2011).

Desta forma, o objetivo no presente estudo foi avaliar o efeito dos crescentes níveis de energia metabolizável (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal de EM/kg de MS) sobre o ganho médio diário de peso, conversão alimentar, eficiência alimentar, características de carcaça, peso e rendimento dos cortes comerciais de cordeiros Somalis Brasileira em confinamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Local e período experimental

O experimento foi desenvolvido no Setor de Digestibilidade do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza, Ceará. O período experimental teve duração de 101 dias, com início em novembro de 2010 e término em fevereiro de 2011.

Animais, instalações e dietas experimentais

Foram utilizados 40 cordeiros da raça Somalis Brasileira, não castrados, com peso corporal médio inicial de $13,47 \pm 1,76$ kg e, aproximadamente, 60 dias de idade. Inicialmente, os animais foram pesados, identificados e vermifugados. Posteriormente, foram alocados

em baias individuais em um galpão com duas áreas distintas, onde a primeira metade dos animais permaneceu em baias de alvenaria e a outra metade em baias de madeira, situadas na parte mais elevada do galpão. As baias foram providas de piso de concreto, forrado com cama de maravalha, e continham comedouros e bebedouros individuais. Os animais passaram por um período de adaptação de 14 dias.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco tratamentos e oito repetições, sendo os tratamentos referentes às dietas com diferentes níveis de energia metabolizável (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg de MS), obtidos a partir de diferentes relações volumoso:concentrado (100:00; 80:20; 60:40; 40:60 e 20:80).

As rações experimentais foram compostas por feno de Tifton 85, farelo de soja, milho grão moído, cloreto de sódio, ureia, calcário, fosfato bicálcico e premix mineral. As rações foram formuladas conforme o NRC (2007) para conterem aproximadamente 16% de proteína bruta e promoverem ganhos de 200 g/dia; exceto para a relação 100:0, que foi formulada para atender a exigência de manutenção com 9% de proteína bruta. A composição química dos ingredientes e a composição percentual e química das rações experimentais estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Composição química dos ingredientes da ração em % MS.

Nutriente	Feno de Tifton 85	Farelo de soja	Milho grão moído	Concentrados ¹			
				2	3	4	5
Matéria seca	92,02	91,79	92,44	91,92	92,12	91,98	91,93
Matéria orgânica	94,37	93,29	97,98	94,07	96,74	96,71	96,38
Proteína bruta	9,25	42,74	7,99	45,08	26,21	21,47	18,88
Extrato etéreo	2,33	2,22	6,48	2,99	5,00	5,99	5,60
Matéria mineral	5,63	6,71	2,02	5,93	3,26	3,29	3,62
Fibra em detergente neutro	79,10	19,00	11,42	16,94	13,16	12,15	12,10
Fibra em detergente ácido	35,24	10,49	3,37	8,54	5,76	5,49	5,45
Carboidrato Fibroso	72,18	11,96	9,42	11,81	10,09	9,11	8,50
Lignina	4,49	0,86	0,75	0,96	0,37	1,47	0,71
Celulose	31,38	9,85	2,78	7,92	5,83	4,50	5,64
Hemicelulose	43,86	8,51	8,05	8,40	7,40	6,65	6,65
Carboidratos totais	82,79	48,33	83,51	46,00	59,57	69,24	70,53
Carboidratos não fibrosos	10,61	36,37	74,09	39,62	51,75	62,16	62,95

Fonte: Aquino *et al.* (2024).

¹Numeração correspondente ao tratamento o qual o concentrado foi utilizado.

Tabela 2. Composição percentual e química das rações experimentais.

Ingrediente (%MN)	Níveis de EM (Mcal/kg MS)				
	1,18	2,07	2,25	2,42	2,69
Feno de Tifton 85	100	80	60	40	20
Concentrado	0	20	40	60	80
Milho grão moído ¹	-	15,87	69,45	72,46	75,61
Farelo de soja ¹	-	80,65	28,53	24,88	22,59
Ureia ¹	-	3,00	1,25	1,12	0,50
Calcário ¹	-	-	-	0,54	0,66
Fosfato bicálcico ¹	-	-	-	-	0,07
Cloreto de sódio ¹	-	0,40	0,70	0,93	0,50
Premix mineral ^{1,2}	-	0,08	0,07	0,07	0,06
Composição bromatológica (%MS)					
Matéria seca	92,02	92,00	92,06	92,00	91,95
Matéria orgânica	94,37	94,31	95,32	95,77	95,98
Matéria mineral	5,63	5,69	4,68	4,23	4,02
Proteína bruta	9,25	16,42	16,03	16,58	16,95
Extrato etéreo	2,33	2,46	3,40	4,53	4,95
Fibra em detergente neutro	79,10	66,67	52,72	38,93	25,50
Fibra em detergente ácido	35,24	29,90	23,45	17,39	11,40
Lignina	4,49	3,78	2,84	2,67	1,46
Celulose	31,38	26,69	21,16	15,25	10,79
Hemicelulose	43,86	36,77	29,27	21,54	14,09
Carboidratos totais	82,79	75,43	75,89	74,66	74,08
Carboidrato fibroso	72,18	60,11	47,35	34,34	21,24
Carboidratos não fibrosos	10,61	16,41	27,06	41,54	52,48
NDT	34,78	57,68	60,88	66,85	74,50
NDT:PB	3,76	3,51	3,80	4,03	4,39

Fonte: Aquino *et al.* (2024).

¹Composição centesimal em relação à porção concentrada da dieta.

²Composição: Ca 7,5%; P 3%; Fe 16.500 ppm, Mn 9.750 ppm, Zn 35.000 ppm, I 1.000 ppm, Se 225 ppm, Co 1.000 ppm.

Desempenho

Os cordeiros foram pesados ao início do experimento e a cada sete dias, durante o período experimental. Sendo realizadas pesagens intermediárias, quando o peso corporal (PC) dos animais se aproximou de 28 kg, peso determinado para o abate.

As variáveis calculadas foram o ganho de peso médio diário, a conversão alimentar (gramas de MS ingerida/ganho de peso em gramas) e eficiência alimentar (ganho de peso em gramas/gramas de MS ingerida).

Avaliação *in vivo*

As avaliações de carcaça por ultrassom em tempo real foram realizadas utilizando-se um equipamento da marca ALOKA 500, com sonda acústica de 11,5 cm e frequência de 3,5 Mhz acoplado ao *notebook*.

Para obter as medições, os animais foram contidos sobre superfície plana e, no lado esquerdo do animal, foram realizadas tricotomia, limpeza e aplicação de gel para ultrassom na região a ser analisada a fim de permitir boa transmissão e recepção das ondas ultrassonográficas.

Para a mensuração da área de olho de lombo (AOLU) e espessura de gordura (EGSU), o transdutor foi disposto de maneira perpendicular ao comprimento do músculo *Longissimus dorsi*, entre a 12^a e a 13^a costela; ao passo que, para as mensurações da espessura de gordura na lombar (EGSL) e da profundidade do músculo (PLDL), o transdutor foi disposto de maneira longitudinal, entre a 3^a e 4^a vértebras lombares (Teixeira *et al.*, 2006; Ripoll *et al.*, 2009).

As medições foram realizadas a cada 14 dias e anteriormente ao momento do abate (Tabela 1). Os vídeos obtidos foram armazenados no *notebook*, sendo posteriormente editados para se capturar três imagens/animal, as quais foram analisadas utilizando-se o programa Image J (Image J, National Institutes of Health, Millersville, USA). Obteve-se uma média/animal dos valores encontrados para cada variável, por dia de medição.

Tabela 1. Dia de coleta das imagens *in vivo*.

Data da medida
14/12/2009
28/12/2009
11/01/2010
26/01/2010
01/02/2010
08/02/2010
14/02/2010 (abate)

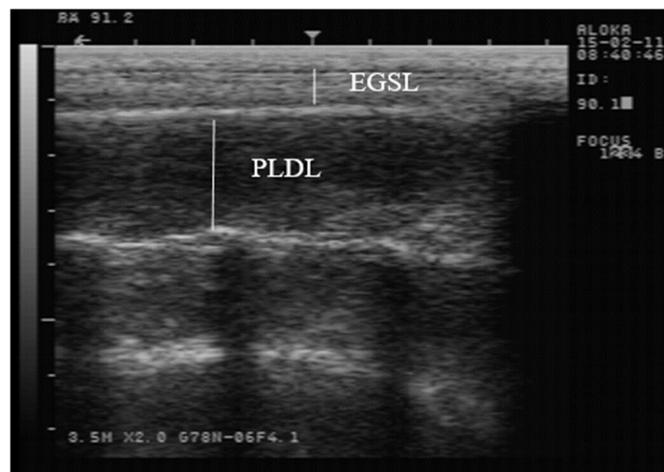
Fonte: Aquino *et al.* (2024).

Figura 1. Disposição do transdutor para obtenção das imagens.



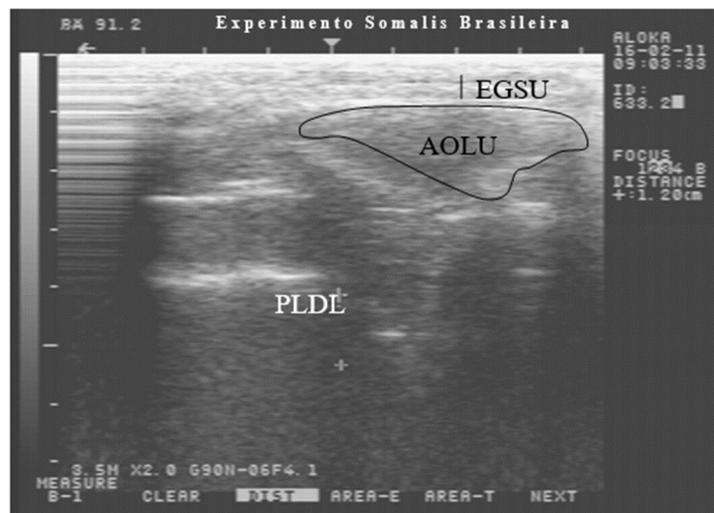
Fonte: Aquino *et al.* (2024).

Figura 2. Imagem para medição da PLDL e EGSL.



Fonte: Aquino *et al.* (2024).

Figura 3. Imagem para medição da AOLU e EGSU.



Fonte: Aquino *et al.* (2024).

Procedimentos de abate e variáveis de carcaça

A duração do experimento foi determinada pelo tempo necessário para que a média do peso corporal (PC) dos animais de um dos tratamentos atingisse 28 kg, quando todos os animais experimentais foram abatidos. Sendo que, os abates foram realizados no Setor de ovinocaprinocultura - DZ/CCA/UFC, durante quatro dias seguidos, sendo abatidos os animais de um tratamento juntamente com dois do tratamento referência.

Antes do abate, os animais permaneceram em jejum de sólidos e líquidos por 18h. Após este período, foram novamente pesados para obtenção do peso corporal ao abate (PCA), objetivando a determinação da perda de peso decorrente do jejum imposto (PJ), calculada pela fórmula:

$$PJ (\%) = [(PC - PCA)/PC] \times 100$$

Como procedimento de abate, efetuou-se a insensibilização dos animais por atordoamento na região atla-occipital. Em seguida foi realizada a sangria. Imediatamente após a sangria, o trato digestório foi completamente retirado e pesado.

As variáveis foram calculadas segundo Cezar e Sousa (2007), sendo o peso da carcaça quente (PQC) obtido após a retirada das patas, cabeça e demais vísceras, permitindo assim o cálculo do rendimento de carcaça quente (RCQ) pela relação entre o PCQ e PCA.

O trato gastrintestinal (TGI), a bexiga (B) e a vesícula biliar (VB) foram esvaziados e lavados para obtenção do peso corporal vazio (PCVZ), o qual foi estimado subtraindo-se do peso corporal ao abate (PCA), os pesos referentes ao conteúdo gastrintestinal (CTGI), da bexiga e da vesícula biliar, onde:

$$PCVZ = PCA - (CTGI + B + VB)$$

Posteriormente, as carcaças foram transportadas para câmara frigorífica a 4°C por 24h. Sendo pesadas após este período para a obtenção do peso da carcaça fria (PCF). Foi calculada a perda por resfriamento (PR), onde $PR (\%) = [(PCQ - PCF) / PCQ] \times 100$. O rendimento comercial ou rendimento de carcaça fria (RCF) foi calculado pela relação entre o PCF e PCA, expresso em porcentagem. Já o rendimento biológico (RB) foi calculado pela fórmula:

$$RB (\%) = PCQ/PCVZ \times 100$$

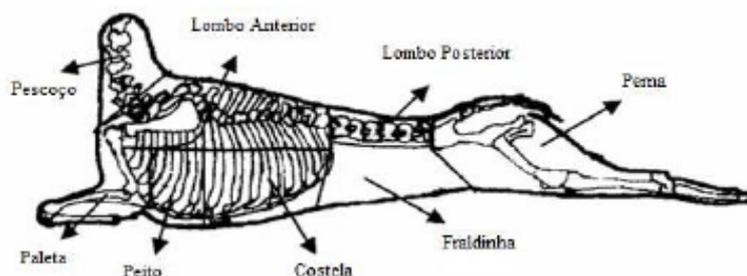
Para obtenção da AOL e EGS, a carcaça inteira resfriada foi simetricamente dividida em duas metades por corte longitudinal por meio de secção na sínfise ísquio-pubiana, seguindo o corpo e a apófise espinhosa do sacro, vértebras lombares e dorsais. Em seguida, na meia carcaça esquerda, efetuou-se um corte transversal entre a 12ª e 13ª costelas para exposição da área do músculo *Longissimus dorsi*.

Para mensurar a AOL, foi traçado o contorno do músculo em películas transparentes de plástico, seguindo a metodologia de Müller (1987), sendo posteriormente escaneadas e analisadas pelo mesmo programa utilizado para as imagens ultrassonográficas. A EGS foi medida com o auxílio de um paquímetro digital, ficando esta localizada acima da AOL.

Cortes comerciais

Conforme observado na Figura 4, a meia carcaça esquerda foi subdividida em oito regiões anatômicas, conhecidas por cortes comerciais (paleta, perna, lombo anterior e posterior, costela, pescoço, peito e fraldinha), as quais foram pesadas individualmente, determinando-se as porcentagens que representavam em relação ao todo, de acordo com adaptações dos procedimentos de cortes relatados por Monte *et al.* (2007).

Figura 4. Sistema de cortes da carcaça.



Fonte: Adaptado de Monte *et al.*, 2007.

Os limites anatômicos entre os cortes foram efetuados conforme descrito por Getty (1986), para a espécie ovina, a saber:

- **Perna:** compreendeu a região sacral e os segmentos anatômicos: cingulo pélvico, coxa e perna. Obteve-se por um corte transversal entre a articulação da última vértebra lombar e a primeira sacral ao nível da posição média dos ossos do tarso, seccionando os ligamentos supra espinhoso, lombar, sacro, interespinhoso e o ligamento longitudinal ventral e dorsal;
- **Lombo:** corte dividido em região anterior e posterior;
- **Lombo anterior:** a base óssea compreendeu da primeira a última vértebra torácica, delimitada pela parte dorsal da região da lateral do tórax englobando, aproximadamente,

sete centímetros de costela;

- **Lombo posterior:** o corte compreendeu da primeira à última vértebra lombar, onde se procedeu a um corte entre a última vértebra torácica e a primeira lombar e outro entre a última lombar e a primeira sacral;
- **Paleta:** compreende as regiões do cingulo escapular, braço e antebraço, sendo a base óssea formada pela escápula, úmero, rádio, ulna e osso do carpo. Obteve-se mediante secção da região axilar e dos músculos que unem a escápula e o úmero na parte ventral do tórax;
- **Costela e peito:** correspondente à região inferior da lateral do tórax, seccionada completamente entre a 5ª e 6ª costelas. A porção dianteira ventral foi chamada de peito e a traseira de costela;
- **Fraldinha:** corte realizado logo após a cartilagem xifóide (caudal), contornando as cartilagens asternais, última costela e abaixo da base das vértebras lombares;
- **Pescoço:** obtido através de cortes entre o osso occipital e a 1ª vértebra cervical, e um segundo corte oblíquo entre a 6ª e 7ª vértebras cervicais, em direção à ponta do esterno, terminando na borda inferior do pescoço.

O rendimento dos cortes foi calculado em relação ao peso da meia carcaça fria, de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{Corte (\%)} = [\text{corte (kg)}/\text{meia carcaça fria (kg)}] \times 100$$

Análise estatística

O peso inicial dos animais foi utilizado como covariável. Verificou-se o efeito de bloco, representado pelas distintas áreas do galpão. O modelo matemático utilizado foi: $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \tau_1 + e_{ijk}$, onde Y_{ijk} = valor observado na parcela que recebeu o tratamento i no bloco j ; μ = média geral da população; α_i = efeito do tratamento i (1,2,3,4,5); β_j = efeito do bloco j (1,2); τ_1 = efeito da covariável peso inicial; e_{ijk} = erro aleatório. As análises estatísticas foram realizadas utilizando PROC GLM do SAS versão 9.0 (SAS, 2003).

Foram testados os efeitos de grau linear, quadrático e cúbico e quando observado um nível de significância de 5%, ajustou-se equação de regressão usando PROC REG do SAS (9.0). No que se refere à ultrassonografia, foi utilizado procedimento CORR do SAS (9.0) para determinar o coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis *in vivo* e na carcaça.

A decomposição de erro foi utilizada para determinar a precisão das medições de ultrassom, em termos de exatidão e de precisão (ISO, 1993). De acordo com o método descrito por Theil (1966), o quadrado médio do erro da predição (QMEP) foi calculado através da seguinte fórmula:

$$\text{QMEP} = \frac{\sum(\text{carcaça-ultrassom})^2}{n} \frac{\sum(\text{carcaça-ultrassom})^2}{n}$$

O QMEP foi dividido em erro da tendência central (ETC), erro devido à regressão (ER) e erro devido a distribuição (ED) como sugerido pela Benchaar *et al.* (1998) e Pomar e Marcoux (2003).

O erro da tendência central indica como a média das medidas da carcaça se desvia da média das correspondentes medidas nas imagens. O ER mede o desvio do coeficiente de regressão, o valor que teria sido se as medidas de carcaça e das imagens tivessem uma relação perfeita. A ED é o componente do erro que não pode ser explicado pela regressão

Todos os cálculos foram realizados utilizando os procedimentos estatísticos adequados do SAS (1999) ou programado dentro do mesmo software.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que os níveis de energia metabolizável (EM) influenciaram de modo linear crescente ($P < 0,05$; Tabela 2) o ganho de peso dos animais. O incremento na densidade energética é alcançado por meio da inclusão de grãos na dieta, visando assim aumentar a eficiência de utilização destas, pelos animais, a fim de elevar as taxas de ganho de peso e reduzir o tempo de abate (González e Silva, 2002).

Desta forma, quanto maior a inclusão de concentrado na dieta, maior será a produção de ácidos graxos voláteis, principalmente o propionato rapidamente absorvido pelo epitélio ruminal, conduzido ao fígado e posteriormente distribuído para os tecidos periféricos.

Tabela 2. Consumo de matéria seca (CMS), ganho médio diário de peso (GMD), conversão alimentar (CA) e eficiência alimentar (EA) em função dos níveis de EM das rações experimentais.

Variável	Níveis de Energia Metabolizável					EPM	Efeito		
	1,18	2,07	2,25	2,42	2,69		L	Q	C
CMS (g/dia) ¹	390,52	549,45	695,00	762,15	636,83	22,18	<0,0001	0,0334	0,0005
GMD (g/dia) ²	34,23	73,74	101,24	150,84	126,49	1,19	<0,0001	0,5781	0,0002
CA (g MS ingerida /g de ganho) ³	16,41	6,93	6,60	4,91	5,34	0,15	<0,0001	0,0921	0,8626
EA (g ganho/g MS ingerida) ⁴	8,78	14,75	15,61	20,66	18,90	0,13	<0,0001	0,9172	0,0504

Fonte: Aquino *et al.* (2024).

EPM: erro padrão da média; L: efeito linear; Q: efeito quadrático; C: efeito cúbico;

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

$$^1\hat{Y} = -277,72+714,97EM-132,78EM^2* (R^2=0,64);$$

$$^2\hat{Y} = -52,90+70,24EM* (R^2=0,60);$$

$$^3\hat{Y} = 24,69-7,86EM* (R^2=0,91);$$

$$^4\hat{Y} = -0,14+7,48EM*(R^2=0,92).$$

Resultados semelhantes foram reportados por Pereira *et al.* (2010), estudando diferentes níveis de energia (2,08; 2,28; 2,47 e 2,69 Mcal EM/kg de MS) em cordeiros Santa Inês, com dietas formuladas para ganho médio diário de 200 g/dia, os quais observaram efeito linear crescente e ganho médio diário de 86,60; 120,14; 142,19; 161,76 g/dia, respectivamente.

Alves *et al.* (2003), avaliando diferentes níveis de energia (2,42; 2,66 e 2,83 Mcal EM/kg de MS) em cordeiros Santa Inês, não observaram efeito significativo para ganho de peso diário, com média de 150 g/dia. Tais resultados demonstram que as indicações de ganho de peso das tabelas de exigências nutricionais podem não ser alcançadas em nossas condições, uma vez que vários fatores podem influenciar os resultados, de maneira positiva ou negativa, como: fatores ambientais (temperatura, umidade relativa do ar, luminosidade, entre outros), diferenças de potencial genético dos animais e diferenças nas dietas utilizadas (Piola Júnior *et al.*, 2009). Sugere-se assim que sejam realizados mais experimentos relacionados às exigências nutricionais de animais em clima tropical.

O ganho de peso é uma variável determinante, podendo ser utilizada como ferramenta para indicar o momento do abate, principalmente para produtores que não disponibilizam de técnicas mais sofisticadas, como a de ultrassonografia. Portanto, é importante a avaliação do crescimento de animais, principalmente porque desta maneira torna-se possível avaliar em qual fase do desenvolvimento pode-se obter um produto com qualidade, ocasionando assim melhores retornos econômicos (França, 2006).

A conversão alimentar decresceu ($P < 0,05$) com o aumento dos níveis de energia, e a EA foi influenciada de modo linear crescente ($P < 0,05$). Segundo Costa *et al.* (2005), maior densidade energética na dieta resulta em maior ingestão de energia e, portanto, menos alimento é requerido para o ganho de peso, resultando em melhor conversão alimentar.

Os resultados encontrados no presente trabalho corroboram com os observados por Medeiros *et al.* (2007), que estudaram o efeito dos níveis de concentrado (20, 40, 60 e 80%) sobre o desempenho de ovinos Morada Nova em confinamento, e encontraram 10,51, 7,32, 6,03 e 5,09 kg MS/kg GPD; e 9,86, 14,46, 17,16 e 20,35% para conversão e eficiência alimentar, respectivamente. Porém, Camilo (2011), estudando diferentes níveis de EM (1,28; 1,72; 2,18 e 2,62 Mcal/kg de MS) em cordeiros Morada Nova, não observou efeito significativo em relação a CA e à EA, onde observaram os valores médios de 5,66 g MS ingerida/g de ganho e 19,07 g MS ganho/g de ingerida.

Segundo Pereira *et al.* (2010), a conversão e a eficiência alimentar são índices utilizados na alimentação animal como forma de medir o desempenho nutricional, porém, deve ser ressaltado que o consumo de alimento e ganho de peso são variáveis aleatórias contínuas, correlacionadas e seguem distribuição normal de probabilidade. Desta forma, conversão e eficiência não são métodos para se comparar tratamentos, tais índices são dependentes do tipo de alimento, condições ambientais, peso corporal durante o período de avaliação, composição do ganho e estado de saúde do animal.

O PCVZ foi influenciado de modo linear crescente ($P < 0,05$; Tabela 3) à medida que se aumentou os níveis energéticos da ração. Este comportamento está associado à natureza da dieta, uma vez que o conteúdo do trato gastrintestinal (CTGI) é inversamente relacionado ao peso do corpo vazio. Sendo que, dietas com maiores níveis de EM possuem maiores proporções de concentrado, reduzindo assim o CTGI (ARC, 1980).

A variável perda por jejum apresentou comportamento linear decrescente ($P < 0,05$). Tais perdas são explicadas por duração do tempo de jejum, estresse pré-abate, idade do animal e tipo de alimentação (Fontenele, 2010).

Tabela 3. Peso Corporal (PC), Peso corporal ao abate (PCA), peso do corpo vazio (PCVZ), perda por jejum (PJ), peso da carcaça quente (PCQ), rendimento da carcaça quente (RCQ), peso da carcaça fria (PCF), rendimento da carcaça fria (RCF), perda por resfriamento (PR) e rendimento biológico (RB) em função dos níveis de EM das rações experimentais.

Variável	Níveis de EM (Mcal/kg de MS)					EPM	Efeito		
	1,18	2,07	2,25	2,42	2,69		L	Q	C
PC (kg) ¹	15,73	21,70	24,23	28,71	26,49	0,88	<0,0001	0,0133	0,0521
PCA (kg) ²	15,14	20,96	23,68	28,10	25,99	0,87	<0,0001	0,0171	0,0286
PCVZ (kg) ³	11,55	17,09	20,30	24,54	22,89	0,84	<0,0001	0,9140	0,0028
PJ (%) ⁴	3,95	3,72	1,98	2,37	1,91	0,24	0,0056	0,6646	0,1631
PCQ (kg) ⁵	6,50	10,61	12,37	14,45	13,15	0,52	<0,0001	0,0074	0,0039
RCQ (%) ⁶	42,74	48,78	52,25	51,21	50,54	0,62	<0,0001	0,0011	0,1001
PCF (kg) ⁷	5,88	10,01	11,60	13,60	12,43	0,45	<0,0001	0,0542	0,0016
RCF (%) ⁸	40,94	45,77	49,00	50,54	50,29	0,63	<0,0001	0,4692	0,0017
PR (%) ⁹	5,49	5,97	6,61	1,31	0,44	0,60	0,0013	<0,0001	0,1916
RB (%) ¹⁰	45,55	52,13	55,06	53,93	53,25	0,60	<0,0001	0,0009	0,1227

Fonte: Aquino et al. (2024).

EPM: erro padrão da média; L: efeito linear; Q: efeito quadrático; C: efeito cúbico;

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

$${}^1\hat{Y} = -11,33+29,09EM-5,66EM^{2*} (R^2=0,66);$$

$${}^2\hat{Y} = -10,99+27,70EM-5,26EM^{2*} (R^2=0,69);$$

$${}^3\hat{Y} = 1,27+8,48EM^* (R^2=0,64);$$

$${}^4\hat{Y} = 7,12-1,92EM^* (R^2=0,77);$$

$${}^5\hat{Y} = -9,69+17,57EM-3,40EM^{2*} (R^2=0,72);$$

$${}^6\hat{Y} = 19,38+25,99EM-5,32EM^{2*} (R^2=0,72);$$

$${}^7\hat{Y} = 1,02+4,66EM^* (R^2=0,69);$$

$${}^8\hat{Y} = 32,87+6,77EM^* (R^2=0,75);$$

$${}^9\hat{Y} = -13,11+24,40EM-7,28EM^{2*} (R^2=0,61);$$

$${}^{10}\hat{Y} = 21,72+26,61EM-5,50EM^{2*} (R^2=0,71).$$

O PCQ e o RCQ, o qual é considerado o rendimento verdadeiro, foram influenciados de forma quadrática ($P<0,05$), onde ao se derivar as equações os pontos de máximo peso e rendimento foram alcançados com 2,58 e 2,44 Mcal/kg de MS, respectivamente.

Carvalho *et al.* (2006), estudando cordeiros mantidos em pastagem de capim Tifton-85 e suplementados com diferentes níveis de concentrado, observaram efeito linear crescente para PCQ, porém não observaram efeito para o RCQ. No entanto, Voltolini *et al.* (2011), avaliando os rendimentos de cortes comerciais de cordeiros suplementados com níveis crescentes de concentrado (0; 0,33; 0,66 e 1,0% na matéria seca do suplemento em relação ao peso corporal dos animais), não observaram efeito significativo ($P>0,05$) sobre o peso da carcaça quente, mas observaram efeito linear ($P<0,05$) sobre o rendimento de carcaça quente.

O PCF e RCF, que é considerado o rendimento comercial, foram influenciados de modo linear crescente ($P<0,05$) pelos níveis de EM. Os ovinos apresentam rendimentos de carcaça entre 40% e 50%, sendo tais valores influenciados por vários fatores, como: idade, sexo, raça, cruzamento, morfologia, peso ao abate, alimentação, manejo, sistema de produção em pasto ou confinamento, jejum pré-abate, e ainda, fatores relacionados com a própria carcaça, como peso, comprimento, compactidade, conformação e grau de acabamento (Silva Sobrinho, 2001; Pérez e Carvalho, 2004).

No presente estudo, os valores para RCF variaram de 40,94 a 50,54%, estando dentro do intervalo considerado normal para a espécie. Gonzaga Neto (2003) também observou efeito linear crescente para peso e rendimento de carcaça fria de ovinos Morada Nova, com valores de 6,08; 8,33 e 10,59 kg; e 37,54; 41,23 e 44,91%, quando alimentados com 30, 45 e 60% de concentrado na dieta, respectivamente.

O PCF demonstra o grau de acabamento do animal, a qualidade do resfriamento em que a carcaça foi submetida e o rendimento dos cortes, os quais são parâmetros importantes, tanto para os frigoríficos, quanto para os consumidores (Pacheco, 2004). A característica produtiva mais importante do animal de corte é o rendimento de carcaça, uma vez que indica o quanto do animal, em termos relativos, é constituído de carcaça.

APR (%) foi influenciada de forma quadrática ($P<0,05$), estimando-se a perda máxima por resfriamento em 7,06%, referente ao nível 1,68 Mcal/kg de MS. A perda por resfriamento indica o percentual de peso perdido durante o resfriamento da carcaça, em decorrência de fatores como perda de umidade e reações químicas que ocorrem no músculo (Bueno *et al.*, 2000). Quanto menor for esta perda, maior é a probabilidade da carcaça ter sido manejada e armazenada de modo adequado.

Além disso, a distribuição da gordura de cobertura protege a carcaça durante o resfriamento contra perdas de água e, conseqüentemente, de peso, porém esta característica está diretamente relacionada ao genótipo do animal, assim como ao seu plano nutricional.

No presente estudo, utilizaram-se ovinos cuja principal característica da raça é precocidade na deposição de tecido adiposo, e dietas com elevados níveis de concentrado, onde ocorre uma maior produção de propionato, precursor da glicose, influenciando assim na formação dos adipócitos.

Gonzaga Neto *et al.* (2006) não observaram diferença significativa ($P>0,05$) avaliando ovinos Morada Nova abatidos com 25,58; 21,66 e 17,74 kg, onde foi obtido valor médio de 4,98% para a perda por resfriamento. Cunha *et al.* (2008) estudando ovinos Santa Inês e Pires *et al.* (2006) estudando cordeiros Ile de France x Texel, também não observaram efeito significativo ($P>0,05$) para a mesma variável, os autores obtiveram médias de 2,10 e 3,12%, respectivamente.

De forma geral, os índices de perda por resfriamento em ovinos estão em torno de 2,5%, podendo ocorrer oscilação entre 1 e 7%, de acordo com a uniformidade da cobertura de gordura, sexo, peso, temperatura e umidade relativa da câmara fria (Martins *et al.*, 2000). Outros fatores também podem influenciar a perda por resfriamento, como temperatura e tempo entre o abate e o resfriamento das carcaças, envolvimento das carcaças em sacos plásticos e a disposição das carcaças na câmara fria.

Houve efeito quadrático para o rendimento biológico ($P<0,05$), sendo o ponto de máxima referente a 53,91%, correspondente ao nível 2,42 Mcal/kg de MS. Segundo Cézar (2004), este rendimento é o que melhor representa os componentes da carcaça, pois elimina as variações influenciadas pelo conteúdo gastrointestinal, bexiga e vesícula. Entretanto, o rendimento verdadeiro é mais utilizado pelos produtores, enquanto o comercial é o mais praticado pelos frigoríficos, sendo também o mais importante para a cadeia produtiva da carne.

Medeiros *et al.* (2009), avaliando o efeito dos níveis de concentrado sobre as características de carcaça de ovinos Morada Nova em confinamento, não observaram efeito significativo sobre o rendimento biológico, com média de 52,72%. Os autores relacionaram tal fato ao critério de peso estabelecido para o abate ($\pm 30,0$ kg).

Observou-se que o aumento dos níveis de EM influenciou ($P<0,05$; Tabela 4) os pesos absolutos (kg) de todos os cortes comerciais e o peso relativo (%) da paleta, da perna, do peito e da fraldinha. Porém, os pesos relativos (%) do pescoço, costela e dos lombos anterior e posterior não apresentaram efeito significativo ($P>0,05$).

Segundo Silva Sobrinho e Silva (2000), as carcaças podem ser comercializadas inteiras ou em cortes, sendo que o tipo de corte varia de região para região e principalmente entre os países.

Tabela 4. Pesos absolutos (kg) e relativos (%) da paleta, perna, pescoço, costela, lombo anterior (LA), lombo posterior (LP), peito e fraldinha em função dos níveis de EM das rações experimentais.

Variável	Níveis de EM (Mcal/kg de MS)					EPM	Efeito		
	1,18	2,07	2,25	2,42	2,69		L	Q	C
Paleta (kg) ¹	0,52	0,76	0,89	1,02	1,00	0,01	<0,0001	0,8988	0,0214
Paleta (%) ²	16,87	15,84	14,94	14,62	15,07	0,03	0,0001	0,4613	0,0574
Perna (kg) ³	1,16	1,82	2,15	2,32	2,36	0,01	<0,0001	0,7306	0,0908
Perna (%) ⁴	37,38	37,39	36,22	33,11	35,76	0,06	0,0206	0,6892	0,0014
Pescoço (kg) ⁵	0,21	0,29	0,40	0,47	0,38	0,01	<0,0001	0,5741	0,0011
Pescoço (%) ⁶	6,76	5,89	6,70	6,70	5,64	0,03	0,2143	0,6030	0,0513
Costela (kg) ⁷	0,15	0,17	0,23	0,51	0,32	0,01	0,0003	0,2954	0,0002
Costela (%) ⁸	4,62	3,39	3,90	7,25	4,84	0,04	0,1957	0,1279	0,0005
LA (kg) ⁹	0,34	0,50	0,58	0,85	0,75	0,01	<0,0001	0,3861	0,0088
LA (%) ¹⁰	10,88	10,02	9,79	11,93	11,31	0,04	0,4809	0,0726	0,1886
LP (kg) ¹¹	0,21	0,31	0,44	0,555	0,47	0,01	<0,0001	0,8097	0,0011
LP (%) ¹²	6,74	6,24	7,36	7,71	7,24	0,04	0,2453	0,5441	0,0609
Peito (kg) ¹³	0,29	0,61	0,66	0,59	0,69	0,01	<0,0001	0,0484	0,2067
Peito (%) ¹⁴	9,25	12,50	11,04	8,52	10,43	0,05	0,5951	0,0004	0,0033
Fraldinha (kg) ¹⁵	0,24	0,44	0,60	0,70	0,64	0,01	<0,0001	0,7671	0,0019
Fraldinha (%) ¹⁶	7,50	8,72	10,04	10,16	9,71	0,04	0,0004	0,4641	0,0852

Fonte: Aquino *et al.* (2024).

EPM: erro padrão da média; L: efeito linear; Q: efeito quadrático; C: efeito cúbico.

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

NS: não significativo.

$$^1\hat{Y} = 0,11+0,34EM^* (R^2=0,65);$$

$$^2\hat{Y} = 18,49-1,42EM^* (R^2=0,60);$$

$$^3\hat{Y} = 0,16+0,85EM^* (R^2=0,68);$$

$$^4\hat{Y} = 39,81-1,81EM^* (R^2=0,52);$$

$$^5\hat{Y} = 0,05+0,14EM^* (R^2=0,54);$$

$$^6\tilde{Y} = 6,34^{NS};$$

$$^7\hat{Y} = -0,08+0,17EM^* (R^2=0,45);$$

$$^8\tilde{Y} = 4,8^{NS};$$

$$^9\hat{Y} = -0,06+0,31EM^* (R^2=0,48);$$

$$^{10}\tilde{Y} = 10,79^{NS};$$

$$^{11}\hat{Y} = -0,05+0,21EM^* (R^2=0,46);$$

$$^{12}\tilde{Y} = 7,06^{NS};$$

$$^{13}\hat{Y} = 0,01+0,26EM^* (R^2=0,60);$$

$$^{14}\hat{Y} = -170,47+297,22EM-151,96EM^2+24,71EM^{3*} (R^2=0,56);$$

$$^{15}\hat{Y} = -0,13+0,31EM^* (R^2=0,62);$$

$$^{16}\hat{Y} = 5,52+1,75EM^* (R^2=0,45).$$

Gonzaga Neto (2003), avaliando os efeitos de diferentes níveis de concentrado (30, 45 e 60%) na dieta, observou crescimento linear para os pesos de todos os cortes em função do aumento de concentrado na dieta, assim como Clementino *et al.* (2007), trabalhando com cordeiros mestiços Dorper x Santa Inês alimentados com níveis crescentes de concentrado (30, 45, 60 e 75%).

O rendimento dos cortes comerciais paleta e perna, que são considerados os cortes nobres nos ovinos (Frescura *et al.*, 2005), representam mais de 50% da carcaça, sendo estes cortes os que melhor predizem o conteúdo total dos tecidos da carcaça (Furusho-Garcia *et al.*, 2004). No presente estudo, os rendimentos médios de perna e paleta estão de acordo com a afirmação dos autores citados acima.

Porém, altos níveis de concentrados na ração, ou seja, maior quantidade de energia disponível, pode contribuir para o aumento do tecido adiposo, ocorrendo assim uma desvalorização desses cortes (Fontenele, 2010).

O aumento do peso da costela pode ser explicado pelo fato de se tratar de uma região do corpo do animal onde a gordura se acumula em maior velocidade, aumentando seu peso, em kg, à medida que o animal cresce e/ou é alimentado com uma ração mais energética (Mattos *et al.*, 2006).

Entretanto, Pereira *et al.* (2010), não observaram influência dos níveis de energia sobre o peso relativo dos cortes de ovinos Santa Inês. O mesmo resultado foi reportado por Xenofonte *et al.* (2009), avaliando características de carcaça de ovinos em crescimento, com médias de 20,47; 8,65; 9,11 e 33,07% para paleta, pescoço, lombo e perna, respectivamente.

Na ovinocultura de corte, é desejável melhor desenvolvimento da região posterior nos cordeiros, com peso maior para a perna, quando comparado com a região anterior, em que se encontram a paleta e costela. Desta forma, por meio de seleção, seria possível aumentar ainda mais a proporção de perna em relação aos outros cortes, por ser uma região bem valorizada em animais produtores de carne (Bezerra *et al.*, 2009).

Não foi observada interação significativa entre tempo e os níveis de EM na ração para a área de olho de lombo (AOLU), espessura de gordura (EGSU) e profundidade do músculo (PLDU) avaliados por ultrassonografia (Tabela 5).

Pode-se inferir que este comportamento está relacionado ao peso corporal do animal, ou seja, a AOLU, EGSU e PLDU aumentaram juntamente com o peso corporal nas condições experimentais avaliadas. Em revisão sobre o efeito do manejo e nutrição sobre as características de carcaça de bovinos confinados, Owens e Gardner (2000) demonstraram que a AOL aumenta à medida que aumenta o peso da carcaça. No entanto, o músculo pode atingir a maturidade antes do peso, refletindo a natural progressão da deposição de gordura em relação ao músculo com a maturidade.

Entretanto, são escassos trabalhos que avaliam o desenvolvimento do *Longissimus dorsi* e espessura de gordura em ovinos, podendo tais medidas ser utilizadas para avaliar o ganho em massa muscular e deposição de gordura.

Tabela 5. Área de olho de lombo (AOLU), espessura de gordura subcutânea (EGSU) e profundidade máxima do músculo (PLDU) avaliadas por ultrassonografia em diferentes dias.

Níveis de EM (Mcal/kg de MS)	Variável	Dias das Medições						
		14/12	28/12	11/01	26/01	01/02	08/02	Abate
1,18	AOLU (cm ²)	2,73	2,76	3,21	3,65	3,90	4,00	4,00
	EGSU (mm)	1,58	1,96	2,47	2,75	2,79	2,93	3,13
	PLDU (cm)	1,08	1,24	1,26	1,27	1,32	1,32	1,33
2,07	AOLU (cm ²)	3,35	3,70	3,98	4,17	4,33	4,63	5,42
	EGSU (mm)	1,97	2,36	2,73	3,61	3,99	4,26	4,54
	PLDU (cm)	1,29	1,42	1,45	1,45	1,52	1,53	1,65
2,25	AOLU (cm ²)	3,66	4,12	4,77	4,96	5,24	5,35	6,15
	EGSU (mm)	2,34	2,88	3,22	3,84	4,66	5,13	5,24
	PLDU (cm)	1,31	1,56	1,71	1,72	1,75	1,75	1,87
2,42	AOLU (cm ²)	4,44	4,88	5,05	5,34	5,64	6,28	7,31
	EGSU (mm)	2,98	3,40	3,92	4,66	5,21	5,60	5,56
	PLDU (cm)	1,52	1,77	1,78	1,82	2,01	2,02	2,17
2,69	AOLU (cm ²)	3,61	3,99	4,31	4,76	5,25	5,67	6,79
	EGSU (mm)	2,39	3,00	3,74	4,08	4,39	4,47	5,00
	PLDU (cm)	1,36	1,50	1,66	1,73	1,90	1,90	2,21

Fonte: Aquino *et al.* (2024).

Silva (2002), avaliando diferentes níveis energético em bovinos Nelore e Brangus, não observou interação significativa entre tempo e tratamento sobre a AOLU, EGSU e EGS na garupa.

No entanto, analisando a literatura, observaram-se resultados bastante variados quanto à acurácia da estimativa das características de carcaça. Entretanto, quando as medidas são realizadas com equipamentos adequados e por técnicos treinados os resultados são satisfatórios (Silva, 2002).

Pode-se observar na Tabela 5 que estas características apresentaram tendência linear no decorrer do período experimental, podendo assim ser utilizadas como ferramenta para determinar o ponto ideal do abate, diminuindo o tempo de confinamento.

A utilização do ultrassom tem se mostrado uma técnica eficiente para avaliar a gordura subcutânea *in vivo*, a deposição muscular; bem como estimar a qualidade e a composição da carcaça (Silva *et al.*, 2003), permitindo prever o momento ideal do abate (Teixeira *et al.*, 2008).

Estudos em caprinos (Teixeira *et al.*, 2008), ovinos (Silva *et al.*, 2006; Teixeira *et al.*, 2006), suínos (Dutra Junior. *et al.*, 2001) e bovinos (Prado *et al.*, 2004) têm demonstrado uma correlação altamente significativa entre as medidas realizadas por meio da ultrassonografia e das realizadas na carcaça, tornando-se uma técnica de elevada precisão para predizer a composição da carcaça.

AAOLU apresentou correlação moderada (Tabela 6) com a mesma medida na carcaça (AOLC). Vários autores reportaram alta correlação entre as variáveis citadas (Junkuszew e Ringdorfer, 2005; Andrighetto *et al.*, 2009; Pinheiro *et al.*, 2010). Entretanto, Polizel Neto *et al.* (2009) não observaram correlação entre a AOLU e AOLC.

Tabela 6. Correlação entre as características medidas através do ultrassom, as características de carcaça e os cortes comerciais.

Item	AOLC	EGSU	EGSC	EGSL	PLDU	PLDC	PLDL	PCF	PCQ	PER	LA	LP	PAL	COS	PEI	FRA
AOLU	0,59	0,54	0,55	0,50	0,92	0,42	0,71	0,68	0,70	0,74	0,63	0,64	0,68	0,51	0,62	0,61
AOLC		0,26	0,19	0,26	0,55	0,71	0,42	0,43	0,43	0,43	0,37	0,35	0,43	0,34	0,37	0,33
EGSU			0,59	0,53	0,52	0,05	0,48	0,75	0,78	0,73	0,64	0,66	0,72	0,59	0,67	0,79
EGSC				0,40	0,50	0,03	0,59	0,48	0,56	0,44	0,58	0,61	0,48	0,64	0,18	0,47
EGSL					0,50	0,12	0,47	0,66	0,68	0,68	0,57	0,57	0,69	0,48	0,55	0,66
PLDU						0,41	0,71	0,64	0,67	0,71	0,65	0,64	0,74	0,65	0,62	0,70
PLDC							0,27	0,44	0,44	0,43	0,46	0,18	0,45	0,27	0,38	0,37
PLDL								0,75	0,77	0,75	0,76	0,78	0,66	0,51	0,55	0,55
PCF									0,98	0,94	0,87	0,76	0,96	0,78	0,80	0,94
PCQ										0,95	0,89	0,80	0,96	0,77	0,80	0,93
PER											0,86	0,76	0,94	0,67	0,82	0,89
LA												0,74	0,88	0,81	0,64	0,76
LP													0,78	0,74	0,52	0,70
PAL														0,75	0,78	0,88
COS															0,41	0,73
PEI																0,76

Fonte: Aquino *et al.* (2024).

AOLU e AOLC; área de olho de lombo medida pelo ultrassom e na carcaça; EGSU: espessura de gordura subcutânea medida sobre a AOLU; EGSC: espessura de gordura subcutânea medida na carcaça; EGSL: espessura de gordura subcutânea medida sobre a PLDL; PLDU: profundidade muscular medida pelo ultrassom; PLDC: profundidade muscular medida na carcaça; PLDL: profundidade muscular medida pelo ultrassom na região da lombar; PCF: peso da carcaça fria; PCQ: peso da carcaça quente; PER: pernil; LA: lombo anterior; LP: lombo posterior; PAL: paleta; COS: costela; PEI: peito; FRA: fraldinha.

O índice de correlação entre as medidas ultrassônicas e na carcaça também pode ser influenciado por diversos outros fatores, como métodos de suspensão da carcaça, estabelecimento do *rigor mortis*, mensuração inadequada *in vivo* e *pós mortem*, limpeza insuficiente no local de captura da imagem, corte incorreto entre a 12^a e 13^a costelas, alteração na posição entre a imagem capturada e a mensuração na carcaça, e com grande relevância a experiência do técnico tanto no registro da imagem, quanto em relação à sua análise (Prado *et al.*, 2004; Andrighetto, 2007).

Segundo Louvandini *et al.* (2007), a área de olho de lombo é uma variável importante para a predição da quantidade do músculo da carcaça, porém deve ser considerada com outras características para melhor avaliar a composição de carcaça. E embora esteja correlacionada com a quantidade de musculabilidade do animal, sua importância não se limita a isso, pois também é um indicador do rendimento de cortes de alto valor comercial (Luchiari Filho, 2000).

Observou-se correlação entre a AOLU e a PLDL (0,71), PLDC (0,42) e PLDU (0,92). A alta correlação da AOLU com a PLDU indica que ambas as medidas podem ser utilizadas para a mesma finalidade, porém a profundidade do músculo é uma medida na qual sua

mensuração é mais simples que a da AOLU, podendo desta forma ser utilizada com o intuito de facilitar o processo de medições das imagens.

Os resultados encontrados corroboraram com os encontrados por Pinheiro *et al.* (2010), os quais relataram correlação de 0,79 entre a área de olho de lombo e a profundidade máxima do músculo avaliadas por ultrassom.

Segundo Gonzaga Neto *et al.* (2006), a área de olho de lombo é uma medida que indica a quantidade de carne comercializável e, de acordo com Hashimoto *et al.* (2007), a profundidade do músculo *Longissimus dorsi* pode prever a quantidade de músculo da carcaça. Portanto, valores menores de área de olho de lombo ou de profundidade podem indicar menores proporções de músculo na carcaça.

Em relação aos pesos de carcaça quente e fria, e os cortes comerciais (perna, lombo anterior e posterior, paleta, costela, peito e fraldinha), observou-se coeficientes de correlação de 0,51 a 0,74 com as medições ultrassonográficas (AOLU e PLDU) e de 0,33 a 0,46 com as medidas na carcaça (AOLC e PLDC). Estes resultados corroboraram com os encontrados por Esteves (2011), que encontrou correlações (0,37 a 0,70) entre a AOL medida na carcaça e os cortes comerciais, respectivamente.

Observou-se correlação moderada (0,59) entre a EGSU e EGSC, sendo a mesma tendência observada para EGSG e EGSC, apresentando correlação de 0,40. Tal fato indica que esta medida pode ser realizada *in vivo* em dois sítios de medições diferentes, sendo uma ferramenta para determinar o ponto de abate.

Segundo Silva *et al.* (2006), a espessura de gordura subcutânea é positivamente correlacionada ao total de gordura corporal e negativamente à porcentagem de cortes desossados, e Andrighetto *et al.* (2009), avaliando a relação entre medidas ultrassônicas e da carcaça de bubalinos Murrah observaram correlação de 0,85 entre EGSU e EGSC.

De acordo com Silva Sobrinho (2001), as carcaças ovinas são classificadas como magras (gordura ausente), com gordura escassa (1 a 2 mm), com gordura mediana (acima de 2 a 5 mm), com gordura uniforme (acima de 5 a 10 mm) e com gordura excessiva (acima de 10 mm). Neste contexto, Müller (1987) e Luchiari Filho (2000), reportaram que a espessura de gordura contribui na porção comestível da carcaça, além de protegê-la da desidratação, do escurecimento da parte externa e do encurtamento celular, sendo este último responsável pelo endurecimento da carne, porém esta espessura não deve ser excessiva.

Segundo Carr *et al.* (2002), a possibilidade de estimar as características de carcaça antes do abate, identificar animais que estejam se aproximando do ponto ótimo de acabamento e o auxílio em programas de melhoramento genético são as principais vantagens do uso do ultrassom em rebanhos ovinos.

Observou-se que o quadrado médio do erro de predição (QMPE), referente ao erro total, foi de 23,13% para a AOLU (Tabela 7). Tal valor pode ser considerado baixo, indicando que a avaliação de tal medida tem boa precisão. O mesmo ocorreu para as variáveis PLDL e EGSU.

Thériault *et al.* (2009), estudando a precisão das medições do ultrassom no tecido total, gordura e profundidades musculares, relataram QMPE de 12,82 e 7,70% para a espessura de gordura medida e profundidade do *Longissimus dorsi* entre a 12 e 13ª costela, respectivamente.

Para as três variáveis, o erro da tendência central (ETC) correspondeu a maior parte do erro total, indicando quanto à medida realizada por ultrassom se afasta da condição de perfeição ($y = x$). Os outros erros foram considerados pequenos, uma vez que não ultrapassaram 1,5%.

Tabela 7. Precisão das medições analisadas por ultrassonografia (variável dependente) em relação às medições na carcaça em ovinos Somalis Brasileira.

Variável Dependente	r ²	DPR	CVr%	QMPE	ETC	ER	ED
AOL (cm ²)	0,35	1,42	23,50	23,13	16,26	4,95	1,91
PDL (cm)	0,16	0,31	18,76	1,12	0,84	0,18	0,09
EGS (mm)	0,25	1,10	22,64	9,29	8,09	0,06	1,23

Fonte: Aquino *et al.* (2024).

DPR: desvio padrão residual; CVr: coeficiente de variação do resíduo; QMPE: quadrado médio do erro padrão; ETC: erro da tendência central; ER: erro da regressão; ED: erro da distribuição.

Neste contexto, Tarouco *et al.* (2005) relataram que, apesar da mensuração da AOL e EGS por ultrassom ser uma técnica praticamente consolidada no meio científico, pesquisas demonstraram resultados distintos na sua exatidão. Essas diferenças podem estar relacionadas à falta de padrão para o local de mensuração das imagens.

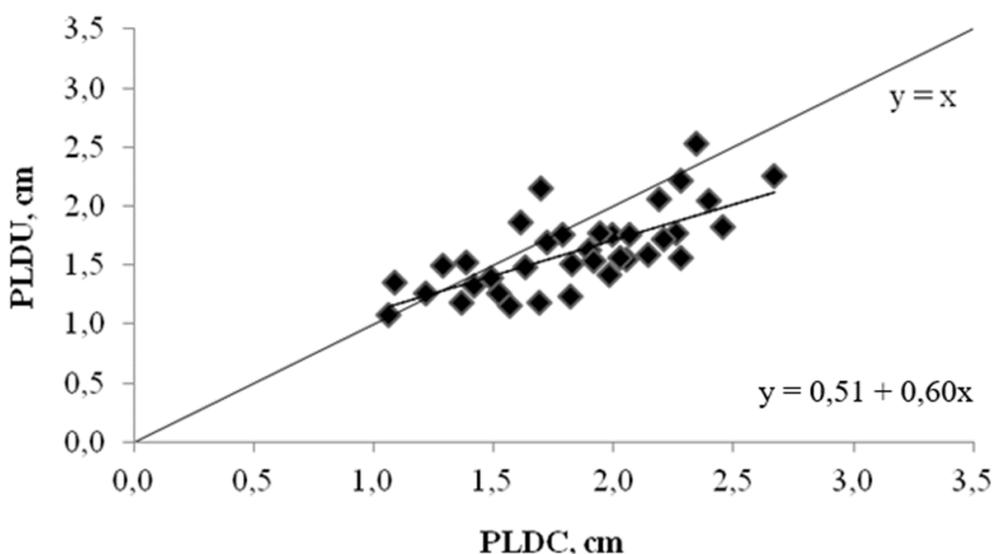
Segundo Stanford *et al.* (1995; 2001), maior precisão tem sido observada com medição de AOLU realizada na região da primeira vértebra lombar, porém este local é de mais difícil repetibilidade, enquanto a medição entre a 12ª e 13ª vértebra pode sofrer interferência ou distorção na imagem por causa das costelas. Outro fator que pode interferir nos erros são os movimentos do animal (respiração, movimento do corpo, entre outros) durante o processo de captura das imagens podendo assim influenciar a qualidade das mesmas (Stouffer, 2004; Thériault *et al.*, 2009).

Observou-se que a AOLU e a PLDL subestimaram os valores observados na carcaça (Figuras 1 e 2). Sugisawa *et al.* (2006a), estudando as correlações simples entre medidas ultrassônicas e composição da carcaça de bovinos jovens, também verificaram que a AOLU subestimou AOLC.

Alguns fatores são responsáveis pelas diferenças nas estimativas, como a remoção da pele, que retira quantidades variáveis da camada de gordura da carcaça; método de suspensão da carcaça, que pode provocar mudanças na sua conformação; corte inadequado na seção de costelas e diferença no posicionamento, corte inadequado na seção de costelas e diferença no posicionamento (Suguisawa *et al.*, 2006b).

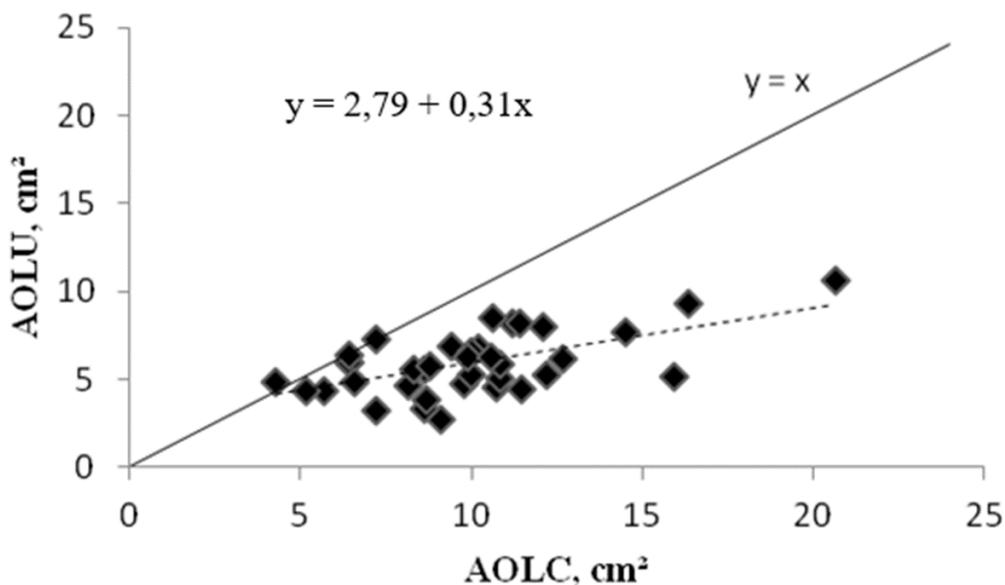
Por fim, Waldner *et al.* (1992), relataram que as medidas por ultrassom subestimaram animais com AOLC menores que 70 cm² e superestimaram de animais com mais de 85 cm².

Figura 1. Relação entre as profundidades do *Longissimus dorsi* observadas (PLDC) e previstas via ultrassonografia (PLDL).



Fonte: Aquino *et al.* (2024).

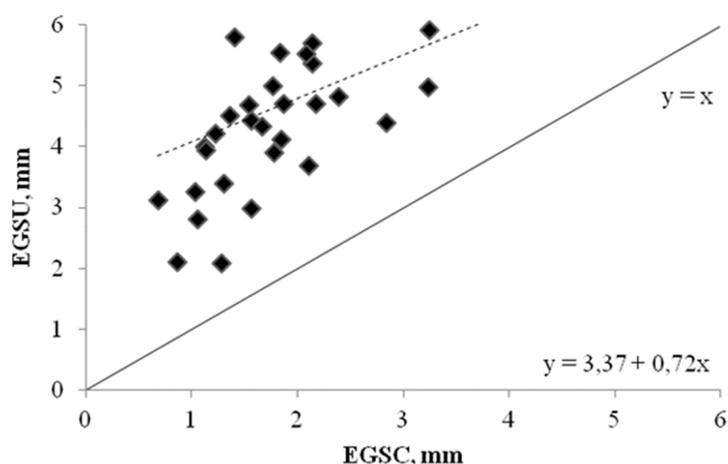
Figura 2. Relação entre as áreas de olho de lombo observadas (AOLC) e previstas via ultrassonografia (AOLU).



Fonte: Aquino *et al.* (2024).

A EGSU superestimou os valores observados (Figura 3). A escolha da sonda é de tamanha importância para a precisão dos valores. Sondas com resoluções baixas aumentam a imprecisão, assim como o ED. Outro fator que interfere na precisão das medidas é a espessura de pele (Alliston, 1983).

Figura 3. Relação entre as espessuras de gordura subcutânea observadas (EGSC) e previstas via ultrassonografia (EGSU).



Fonte: Aquino *et al.* (2024).

Segundo Gesualdi Júnior *et al.* (2006), a falta de acurácia na predição das características de carcaça pode ser decorrente da inexperiência dos técnicos na captura e interpretação das imagens, sendo possível que outros fatores estejam relacionados, inclusive as características dos tecidos pós-morte, a remoção de parte da gordura junto com o couro, o deslocamento dos músculos quando os animais foram pendurados, entre outros.

CONCLUSÃO

O aumento dos níveis de EM nas rações de cordeiros Somalis Brasileira proporciona melhor desempenho produtivo, assim como melhora a conversão e a eficiência alimentar e eleva o peso e rendimento da carcaça fria, assim como os pesos dos cortes comerciais.

A técnica da ultrassonografia apresenta-se como uma técnica precisa, entretanto faz-se necessário treinar muito bem os técnicos para diminuir os erros. A área de olho de lombo e a espessura de gordura determinados por ultrassonografia apresentam correlação moderada com as mesmas medidas na carcaça, assim, tais medidas podem ser utilizadas como uma opção para a avaliação de características da carcaça ovina, devido à facilidade de sua determinação e pela precisão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ALLISTON, J. C. **Evaluation of carcass quality in the live animal**. Pages 75–95 in Sheep Production. W. Haresign, ed. Butter-worths, London, UK, 1983.

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

ALVES, K. S.; CARVALHO, F. F. R.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; MEDEIROS, A. N.; NASCIMENTO, J. F.; NASCIMENTO, L. R. S.; ANJOS, A. V. A. Níveis de energia em dietas para ovinos Santa Inês: Características de carcaça e constituintes corporais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p.1927-1936, 2003b. Suplemento 2.

ANDRIGHETTO, C. **Características qualitativas da carne de bubalinos Murrah castrados e abatidos em diferentes períodos de confinamento**. 2007. 88f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2007.

ANDRIGHETTO, C.; JORGE, A. M.; CERVIERI, R. C.; CUCKI, T. O.; RODRIGUES, E.; ARRIGONI, M. B. Relação entre medidas ultrassônicas e da carcaça de bubalinos Murrah abatidos em diferentes períodos de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 9, p. 1762-1768, 2009.

BENCHAAR, C.; RIVEST, J.; POMAR, C.; CHIQUETTE, J. Prediction of methane production from dairy cows using existing mechanistic models and regression equations. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 2, p. 617–627, 1998.

BELTRAME, R. T.; FERNANDES, D. R.; QUIRINO, C. R. Utilização do ultra-som em tempo real na avaliação da carcaça de pequenos ruminantes. **PUBVET**, v. 5, n. 3, ed. 150, Art. 1008, 2011.

BEZERRA, L. R.; SILVA, A. M. A.; TEIXEIRA, K. V. M.; BATISTA, A. S. M. Dietas ajustadas por diferentes sistemas de exigências nutricionais para cordeiros: características de carcaça e cortes comerciais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 3, p. 740-748, 2009.

BUENO, M. S.; CUNHA, E. A.; SANTOS, L. E.; RODA, D. S.; LEINZ, F. F. Características de carcaças de cordeiros Suffolk abatidos em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1803-1810, 2000.

CAMILO, D. A. **Comportamento ingestivo, desempenho, características de carcaça e**

componentes não-carcaça de cordeiros Morada Nova alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável. 2011. 100f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

CARR, M. A.; WALDRON, D. F.; WILLINGHAN, T. D. **Relationships among weights, ultrasound and carcass characteristics in Boer-cross goats.** In: CARR, M.A.; WALDRON, D.F.; WILLINGHAN, T.D. Sheep and goat, Wool and Mohair CPR. College Station: Texas Agricultural Experimental Station Research Reports, 2002. p. 55-59.

CARTAXO, F. Q.; SOUSA, W. H.; COSTA, R. G.; CEZAR, M. F.; PEREIRA FILHO, J. M.; CUNHA, M. G. G. Características quantitativas da carcaça de cordeiros de diferentes genótipos submetidos a duas dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 10, p. 2220-2227, 2011.

CARVALHO, S.; VERGUEIRO, A.; KIELING, R.; TEIXEIRA, R. C.; PIVATO, J.; VIERO, R.; CRUZ, A. N. Desempenho e características da carcaça de cordeiros mantidos em pastagem de tifton-85 e suplementados com diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, n. 3, p. 357-361, 2006.

CÉZAR, M. F. **Características de carcaça e adaptabilidade fisiológica de ovinos durante a fase de cria.** 2004. 88f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2004.

CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. **Carcaças ovinas e caprinas: obtenção-avaliação-classificação.** Uberaba: Editora Agropecuária Tropical, 2007. 232p.

CLEMENTINO, R. H.; SOUSA, W. H.; MEDEIROS, A. N.; CUNHA, M. G. G.; GONZAGA NETO, S.; CARVALHO, F. F. R.; CAVALCANTE, M. A. B. Influência dos níveis de concentrado sobre os cortes comerciais, os constituintes não-carcaça e os componentes da perna de cordeiros confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 3, p. 681-688, 2007.

COSTA, M. A. L.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; CECON, P. R.; PAULINO, P. V. R.; MORAES, E. H. B. K.; MAGALHÃES, K. A. Desempenho, digestibilidade e características de carcaça de novilhos zebuínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 268-279, 2005.

CUNHA, M. G. G.; CARVALHO, F. F. R.; GONZAGANETO, S.; CEZAR, M. F. Características quantitativas de carcaça de ovinos Santa Inês confinados alimentados com rações contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 6, p. 1112-1120, 2008.

DUTRA JUNIOR, W. M.; FERREIRA, A. S.; TAROUCO, J. U.; EUCLYDES, R. F.; DONZELE, J. L.; LOPES, P. S.; CARDOSO, L. L. Estimativas de rendimentos de cortes comerciais e de tecidos de suínos em diferentes pesos de abate pela técnica de ultra-sonografia em tempo

real. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p. 1243-1250, 2001.

ESTEVES, G. I. F. **Características e qualidade de carcaça de ovelhas de diferentes idades**. 2011. 55f. Dissertação (Mestrado em Ciências Animais) □ Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

FERREIRA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; CECON, P. R.; MUNIZ, E. B. Consumo, conversão alimentar, ganho de peso e características de carcaça de bovinos F1 Simental x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 343-351, 1998.

FONTENELE, R. M. **Consumo de nutrientes, comportamento ingestivo, Características de carcaça e componentes não-carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com diferentes níveis energéticos**. 2010. 79f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

FRANÇA, P. M. **Níveis de energia metabolizável na dieta de cordeiros Santa Inês e sua influência na composição química da carcaça e seus cortes**. 2006. 104f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

FRESCURA, R. B. M.; PIRES, C. C.; SILVA, J. H. S.; MÜLLER, L.; CARDOSO, A.; KIPPERT, C. J.; PERES NETO, D.; SILVEIRA, C. D.; ALEBRANTE, L.; THOMAS, L. Avaliação das proporções dos cortes da carcaça, características da carne e avaliação dos componentes do peso vivo de cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 167-174, 2005.

FROST, A. R.; SCHOFIELD, C. P.; BEAULAH, S. A.; MOTTRAM, T. T.; LINES, J. A.; WATHES, C. M. A review of livestock and monitoring and the need for integrated systems. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 17, n. 2, p. 139-159, 1997.

FURUSHO-GARCIA, I. F.; PEREZ, J. R. O.; BONAGURIO, S.; LIMA, A. L.; QUINTÃO, F. A. Estudos dos cortes de carcaça de cordeiros Santa Inês puros e cruzas Santa Inês com Texel, Ile de France e Bergamácia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 453-462, 2004.

GETTY, R. **Anatomia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 5. ed, 1986. v. 2. 1963 p.

GONZAGA NETO, S. **Composição corporal, exigências nutricionais e características da carcaça de cordeiros Morada Nova**. 2003. 93f. Tese (Doutorado em Zootecnia) □ Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

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

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica animal**. Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. 198 p.

HASHIMOTO, J. H.; ALCALDE, C. R.; SILVA, K. T.; MACEDO, F. A. F.; MEXIA, A. A.; SANTELLO, G. A.; MARTINS, E. N.; MATSUSHIT, M. Características de carcaça e da carne de caprinos Boer x Saanen confinados recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 165-173, 2007.

ISO. 1993. Statistics - **Vocabulary and Symbols Part 1** - Probability and general statistical terms (ISO 3534). Int. Org. Standardization, Geneva, Switzerland.

JUNKUSZEW, A.; RINGDORFER, F. Computer tomography and ultrasound measurement at methods for the body composition of lambs. **Small Ruminant Research**, Champaign, v. 56, n. 1, p. 121-125, 2005.

LOUVANDINI, H.; NUNES, G. A.; GARCIA, J. A. S.; McMANUS, C.; COSTA, D. M.; ARAÚJO, S. C. Desempenho, características de carcaça e constituintes corporais de ovinos Santa Inês alimentados com farelo de girassol em substituição ao farelo de soja na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 3, p. 603-609, 2007.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo: BinLife, 2000. 134 p.

MACOME, F. M. **Torta de dendê oriunda da produção de biodiesel na terminação de cordeiros Santa Inês**. 2009. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal nos Trópicos) - Escola de Medicina Veterinária, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009.

MARTINS, R. R. C.; OLIVEIRA, N. M.; OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M. **Peso vivo ao abate como indicador do peso e das características quantitativas e qualitativas das carcaças em ovinos jovens da raça Ideal**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2000. 25 p. (Boletim de Pesquisa, 21).

MATTOS, C. W.; CARVALHO, F. F. R.; DUTRA JÚNIOR, W. M.; VÉRAS, A. S. C.; BATISTA, A. M. V.; ALVES, K. S.; RIBEIRO, V. L.; SILVA, M. J. M. S.; MEDEIROS, G. R.; VASCONCELOS, R. M. J.; ARAÚJO, A. O.; MIRANDA, S. B. Características de carcaça e dos componentes não-carcaça de cabritos Moxotó e Canindé submetidos a dois níveis de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 2125-2134, 2006.

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

MEDEIROS, G. R.; CARVALHO, F. F. R.; FERREIRA, M. A.; ALVES, K. S.; MATTOS, C. W.; SARAIVA, T. A.; NASCIMENTO, J. F. Efeito dos níveis de concentrado sobre os componentes não-carcaça de ovinos Morada Nova em confinamento. **Revista Brasileira**

de **Zootecnia**, v. 37, n. 6, p. 1063-1071, 2008.

MEDEIROS, G. R.; CARVALHO, F. F. R.; BATISTA, A. M. V.; DUTRA JÚNIOR, W. M.; SANTOS, G. R. A.; ANDRADE, D. K. B. Efeito dos níveis de concentrado sobre as características de carcaça de ovinos Morada Nova em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 718-727, 2009.

MONTE, A. L. S.; SELAIVE-VILLARROEL, A. B.; OLALQUIAGA-PÉREZ, J. R.; FUENTES-ZAPATA, J. F.; BESERRA, F. J.; OLIVEIRA, A. N. Rendimento de cortes comerciais e composição tecidual da carcaça de cabritos mestiços. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 2127-2133, 2007. Suplemento.

MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos**. 2. ed. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1987. 31 p.

OWENS, F. N.; GARDNER, B. A. A review of the impact of feedlot management and nutrition on carcass measurements of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 1, p. 1-18, 2000.

PACHECO, P. S. **Desempenho, características da carcaça, da carne e do corpo vazio de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos**. 2004. 264f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; FONTENELE, R. M.; MEDEIROS, A. N.; REGADAS FILHO, J. G. L.; SELAIVE-VILLARROEL, A. B. Características e rendimentos de carcaça e de cortes em ovinos Santa Inês, alimentados com diferentes concentrações de energia metabolizável. **Acta Scientiarum**, v. 32, n. 4, p. 431-437, 2010.

PÉREZ, J. R. O.; CARVALHO, P. A. **Considerações sobre carcaças ovinas**. Ed: UFLA. Boletim Técnico: Lavras/MG. n. 61, 2004. 33 p.

PINHEIRO, R. S. B.; JORGE, A. M.; YOKOO, M. J. Correlações entre medidas determinadas *in vivo* por ultrassom e na carcaça de ovelhas de descarte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 5, p. 1161-1167, 2010.

PIOLA JÚNIOR, W.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y.; SILVA, L. D. F.; ROCHA, M. A.; BARBOSA, M. A. A. F.; SOUSA, C. L.; PAIVA, F. H. P. Ganho de peso e características da carcaça de cordeiros recebendo diferentes níveis de energia na ração. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 4, p. 935-944, 2009.

PIRES, C. C.; GALVANI, D. B.; CARVALHO, S.; CARDOSO, A. R.; GASPERIN, B. G. Características da carcaça de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 2058-2065, 2006.

POLIZEL NETO, A.; JORGE, A. M.; MOREIRA, P. S. A.; GOMES, H. F. B.; PINHEIRO, R. S. B.; ANDRADE, E. N. Correlações entre medidas ultra-sônicas e na carcaça de bovinos terminados em pastagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 1, p. 137-145, 2009.

POMAR, C.; M. MARCOUX. The accuracy of measuring backfat and loin muscle thicknesses on pork carcasses by the Hennessy HGP2, Destron PG-100, CGM and ultrasound CVT grading probes. **Canadian Journal of American Science**, v. 85, n. 4, p. 481–492, 2005.

PRADO, I. N. **Comercialização e estratégias competitivas na cadeia de carne no Brasil**. Maringá: EDUEM, 2000. 139 p.

PRADO, C. S.; PÁDUA, J. T.; CORREA, M. P. C. Comparação de diferentes métodos de avaliação da área de olho de lombo e cobertura de gordura em bovinos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v. 5, n. 3, p. 141-149, 2004.

RIBEIRO, F. G.; LEME, P. R.; BULLE, M. L. M.; LIMA, C. G.; SILVA, S. L.; PEREIRA, A. S. C.; LANNA, D. P. D. Características da carcaça e qualidade da carne de tourinhos alimentados com dietas de alta energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 749-756, 2002.

RIPOLL, G; JOY, M; ALVAREZ-RODRIGUEZ, J; SANZ, A; TEIXEIRA, A. Estimation of light lamb carcass composition by in vivo real-time ultrasonography at four anatomical locations. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 4, p. 1455-1463, 2009.

SAS INSTITUTE INC. **Statistical Analysis System for Windows**, Release 9.1. SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA, 2003.

SUGISAWA, L.; MATTOS, W. R. S.; OLIVEIRA, H. N.; SILVEIRA, A. C.; ARRIGONI, M. B.; SOUZA, A. A. Correlações simples entre as medidas de ultra-som e a composição da carcaça de bovinos jovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 169-176, 2006a.

SUGISAWA, L.; MATTOS, W. R. S.; SOUZA, A. A.; SILVEIRA, A. C.; OLIVEIRA, H. N.; ARRIGONI, M. B.; BURINI, D. C. M. Ultra-sonografia para predição da composição da carcaça de bovinos jovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 177-185, 2006b.

SILVA, L. F.; PIRES, C. C. Avaliações quantitativas das proporções de osso, músculo e gordura da carcaça em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 1253-1260, 2000.

SILVA, S. L. **Estimativa de características de carcaça e ponto ideal de abate por ultrasonografia, em bovinos submetidos a diferentes níveis energéticos na ração**. 2002. 80f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2002.

SILVA, S. L.; LEME, P. R.; PEREIRA, A. S. C.; PUTRINO, S. M. Correlações entre características de carcaça avaliadas por ultra-som e pós-abate em novilhos Nelore,

alimentados com altas proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 1236-1242, 2003.

SILVA, S. L.; LEME, P. R.; PUTRINO, S. M.; LANNA, D. P. D. Alterações nas características de carcaça de tourinhos Nelore, avaliados por ultra-som. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 607-612, 2006.

SILVA SOBRINHO, A. G.; SILVA, A. M. A. Produção de carne ovina - Parte II. **Revista Nacional da Carne**, v. 24, n. 286, p. 30-36, 2000.

SILVA SOBRINHO, A. G. **Criação de ovinos**. Jaboticabal: Funep, 2001, 302 p.

SIQUEIRA, E. R.; FERNANDES, S. Efeito do genótipo sobre as medidas objetivas e subjetivas da carcaça de cordeiros terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 306-311, 2000.

STANFORD, K.; CLARK, I.; JONES, S. D. M. Use of ultrasound in prediction of carcass characteristics in lambs. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 75, n. 2, p. 185-189, 1995.

STANFORD, K.; BAILEY, D. R. C.; JONES, S. D. M.; PRICE, M. A.; KEMP, R. A. Ultrasound measurement of *longissimus* dimensions and back fat in growing lambs: effects of age, weight and sex. **Small Ruminant Research**, v. 42, n. 3, p. 191-197, 2001.

STOUFFER, J. R. History of ultrasound in animal science. **Journal of Ultrasound in Medicine**, v. 23, n. 5, p. 577-584, 2004.

SUGUISAWA, L. **Ultra-sonografia para predição das características e composição da carcaça de bovinos**. 2002. 87f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

TAROUCO, J. U.; LOBATO, J. F. P.; TAROUCO, A. K.; MASSIA, G. S. Relação entre medidas ultra-sônicas e espessura de gordura subcutânea ou área de olho de lombo na carcaça em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2074-2084, 2005.

TEIXEIRA, A.; MATOS, S.; RODRIGUES, S.; DELFA, R.; CADAVEZ, V. In vivo estimation of lamb carcass composition by real-time ultrasonography. **Meat Science**, v. 74, n. 2, p. 289-295, 2006.

TEIXEIRA, A.; JOY, M.; DELFA, R. In vivo estimation of goat carcass composition and body fat partition by real-time ultrasonography. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 9, p. 2369-2376, 2008.

THÉRIAULT, M.; POMAR, C.; CASTONGUAY, F. W. Accuracy of real-time ultrasound measurements of total tissue, fat, and muscle depths at different measuring sites in lamb. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 5, p. 1801-1813, 2009.

THEIL, H. 1966. **Applied economic forecasting**. North-Holland Publishing Company, Amsterdam, the Netherlands.

WALDNER, D. N.; DIKEMAN, M. E.; SCHALLES, R. R.; OLSON, W. G.; HOUGHTON, P. L.; UNRUH, J. A.; CORAH, L. R. Validation of real - time ultrasound technology for predicting fat thickness, longissimus muscle areas, and composition of Brangus bulls from 4 months to 2 years of age. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3044-3054, 1992.

VITTORI, A.; GESUALDI JÚNIOR, A.; QUEIROZ, A. C.; RESENDE, F. D.; ALLEONI, G. F.; RAZOOK, A. G.; FIGUEIREDO, L. A. Desempenho produtivo de bovinos de diferentes grupos raciais, castrados e não-castrados, em fase de terminação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 5, p. 1263-1269, 2007.

VOLTOLINI, T. V.; MORAES, S. A.; ARAUJO, G. G. L.; PEREIRA, L. G. R.; SANTOS, R. D.; NEVES, A. L. A. Carcass traits and meat cuts of lambs receiving increasing levels of concentrate. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 526-533, 2011.

XENOFONTE, A. R. B.; CARVALHO, F. F. R.; BATISTA, A. M. V.; MEDEIROS, G. R. Características de carcaça de ovinos em crescimento alimentados com rações contendo farelo de babaçu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 2, p. 392-398, 2009.

NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL EM RAÇÕES DE OVINOS SOMALIS BRASILEIRA: PESO E RENDIMENTO DOS COMPONENTES NÃO CARÇAÇA

Rebeca Magda da Silva Aquino¹;

Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE.

<http://lattes.cnpq.br/3080588114220271>

Francisco Wellington Rodrigues Lima²;

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Valença do Piauí, PI.

<http://lattes.cnpq.br/9548341939475049>

Paulo César Lopes de Arruda³;

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Piripiri, PI.

<http://lattes.cnpq.br/9588390189130688>

Anna Beatriz Rêgo do Carmo⁴;

Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE.

<http://lattes.cnpq.br/6810974258471510>

Rildson Melo Fontenele⁵.

Faculdade de Tecnologia CENTEC - FATEC CARIRI (FATEC Cariri), Juazeiro do Norte, CE.

<http://lattes.cnpq.br/9114260410299837>

RESUMO: Objetivou-se com o presente estudo avaliar o peso e rendimento dos órgãos internos, assim como o peso do conteúdo e dos compartimentos gastrintestinais de ovinos Somalis Brasileira em crescimento alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável (EM). Foram utilizados 40 animais, não castrados, peso corporal médio inicial de $13,47 \pm 1,76$ kg e, aproximadamente, 60 dias de idade. Os animais foram distribuídos em cinco tratamentos experimentais determinados por diferentes níveis de EM (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg de MS), em delineamento em blocos casualizados, com oito repetições por tratamento. Observou-se efeito linear crescente ($P < 0,05$) dos níveis de EM sobre os pesos do coração, PTEL (pulmões, traqueia, esôfago e língua), fígado, rins e baço, expressos em kg. Para os rendimentos do conteúdo gastrintestinal (CTGI), PTEL e rins foi detectado efeito linear decrescente ($P < 0,05$), e efeito quadrático ($P < 0,05$) para o rendimento do fígado. Porém, no que se refere ao peso do CTGI e rendimento do coração e do baço, não foi observado efeito significativo ($P > 0,05$) dos níveis energéticos das rações. Houve efeito linear crescente ($P < 0,05$) sobre os pesos do rúmen-retículo (RURE), abomaso

(ABO) e intestinos delgado (ID) e grosso (IG). Comportamento semelhante foi verificado para o peso das gorduras perirrenal, omental, do coração e mesentérica, tendo esta última apresentado efeito semelhante sobre seu rendimento. O incremento energético influenciou de modo linear decrescente ($P < 0,05$) os rendimentos do RURE, ABO, IG e omaso (OMA), porém não houve efeito significativo ($P > 0,05$) sobre o OMA (kg) e sobre o ID, gorduras perirrenal e omental, em %. Conclui-se que o aumento dos níveis de EM nas rações de cordeiros Somalis Brasileira influencia nos pesos dos órgãos internos, assim como, nos pesos e rendimentos dos compartimentos gastrintestinais.

PALAVRAS-CHAVE: Pequenos ruminantes. vísceras. Volumoso:concentrado

METABOLIZABLE ENERGY LEVELS IN DIETS OF SHEEP SOMALIS BRASILEIRA: WEIGHT AND YIELD COMPONENTS OF NON-HOUSING

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the weight and yield of the internal organs, as well as the weight of the contents and compartments of gastrointestinal of Brazilian Somali growing lambs fed different levels of metabolizable energy (ME). Forty animals, non-castrated, average body weight of $13.47 \text{ kg} \pm 1.76 \text{ kg}$ and 60 days old approximately were used. Animals were distributed into five experimental treatments determined by different levels of ME (1.18, 2.07, 2.25, 2.42 and 2.69 Mcal/kg DM), in a randomized block design with eight replicates per treatment. There was increased linearly ($P < 0.05$) levels of ME on the weights of the heart, LTET (lungs, trachea, esophagus and tongue), liver, kidneys and spleen, expressed in kg. For income from gastrointestinal content (GTC), LTET and kidneys were detected decrease linear effect ($P < 0.05$), and quadratic effect ($P < 0.05$) for the yield of the liver. However, with regard to the weight of GTC and yield of the heart and spleen, there was no significant effect ($P > 0.05$) for the feed energy. Increased linearly ($P < 0.05$) on the weights of the rumen-reticulum (RURE), abomasum (ABO) and small (SI) and large (LI) intestines. Similar behavior was observed for the weight of perirrenal, omental, of heart and mesenteric fats, the latter presented a similar effect on your income. The influence of higher energy linearly decreased ($P < 0.05$) yields the RURE, ABO, GA and omasum (OMA), but there was no significant effect ($P > 0.05$) on the OMA (kg) and the SI, omental and perirenal fats, in %. It is concluded that the increase of levels of the feeds of lambs Brazilian Somali influences the weight of the internal organs. As the weights and yields of gastrointestinal compartments.

KEY-WORDS: Forage:concentrate. Small ruminants. Viscera.

INTRODUÇÃO

O atual cenário da ovinocultura nacional, aliado as exigências do mercado consumidor, está direcionado para a intensificação da produção e aumento em termos quantitativos e qualitativos de carcaças ovinas. Com esta intensificação, serão incrementadas as quantidades dos componentes não carcaça, que deverão receber um destino adequado pela indústria da carne ovina ou por outros segmentos da cadeia produtiva (Medeiros *et al.*, 2008).

Tais componentes podem ser utilizados como matéria prima na elaboração de pratos típicos ou embutidos, permitindo assim agregar valor à unidade de produção ou de abate. Dessa forma, torna-se importante conhecer seus rendimentos e suas possibilidades de utilização (Moreno *et al.*, 2011).

Segundo Costa *et al.* (2007), a comercialização desses componentes pode proporcionar até 57,5% de receita adicional em relação ao valor da carcaça. Entretanto, a importância destes componentes não está relacionada somente à possibilidade de um retorno econômico maior no momento da comercialização dos produtos provenientes da ovinocultura, mas também ao alimento ou às matérias primas que são perdidas e poderiam colaborar na melhoria do nível nutricional de populações (Yamamoto *et al.*, 2004; Fontenele *et al.*, 2010).

A qualidade do animal vivo não depende somente do rendimento de carcaça e de seus cortes, mas também da proporção e qualidade dos demais componentes do peso corporal, sendo necessária a valorização desses componentes para que a comercialização seja justa para os produtores que buscam a qualidade total, além de beneficiar os consumidores, tanto pelo menor preço como pela melhoria no aspecto sanitário (Osório *et al.*, 2002).

Segundo Furusho-Garcia *et al.* (2003), a massa de órgãos viscerais pode influenciar a eficiência alimentar do animal e a utilização dos nutrientes por vários tecidos do corpo. Assim, o conhecimento das variações dos órgãos corporais pode ajudar na avaliação dos efeitos da nutrição sobre o crescimento e, ainda, otimizar a utilização de vários alimentos (Maior Junior *et al.*, 2008).

Dessa forma, objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito de crescentes níveis energéticos sobre o conteúdo do trato gastrointestinal, peso e rendimento dos órgãos internos e compartimentos gastrointestinais de ovinos Somalis Brasileira em crescimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Local e período experimental

O experimento foi desenvolvido no Setor de Digestibilidade do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza, Ceará. O período experimental teve duração de 101 dias, com início em novembro de 2010 e término em fevereiro de 2011.

Animais, instalações e dietas experimentais

Foram utilizados 40 cordeiros da raça Somalis Brasileira, não castrados, com peso corporal médio inicial de $13,47 \pm 1,76$ kg e, aproximadamente, 60 dias de idade. Inicialmente, os animais foram pesados, identificados e vermifugados. Posteriormente, foram alocados em baias individuais em um galpão com duas áreas distintas, onde a primeira metade dos animais permaneceu em baias de alvenaria e a outra metade em baias de madeira, situadas na parte mais elevada do galpão. As baias foram providas de piso de concreto, forrado com cama de maravalha, e continham comedouros e bebedouros individuais. Os animais passaram por um período de adaptação de 14 dias.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco tratamentos e oito repetições, sendo os tratamentos referentes às dietas com diferentes níveis de energia metabolizável (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg de MS), obtidos a partir de diferentes relações volumoso:concentrado (100:00; 80:20; 60:40; 40:60 e 20:80).

As rações experimentais foram compostas por feno de Tifton 85, farelo de soja, milho grão moído, cloreto de sódio, ureia, calcário, fosfato bicálcico e premix mineral. As rações foram formuladas conforme o NRC (2007) para conterem aproximadamente 16% de proteína bruta e promoverem ganhos de 200 g/dia; exceto para a relação 100:0, que foi formulada para atender a exigência de manutenção com 9% de proteína bruta. A composição química dos ingredientes e a composição percentual e química das rações experimentais estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Composição química dos ingredientes da ração em % MS.

Nutriente	Feno de Tifton 85	Farelo de soja	Milho grão moído	Concentrados ¹			
				2	3	4	5
Matéria seca	92,02	91,79	92,44	91,92	92,12	91,98	91,93
Matéria orgânica	94,37	93,29	97,98	94,07	96,74	96,71	96,38
Proteína bruta	9,25	42,74	7,99	45,08	26,21	21,47	18,88
Extrato etéreo	2,33	2,22	6,48	2,99	5,00	5,99	5,60
Matéria mineral	5,63	6,71	2,02	5,93	3,26	3,29	3,62
Fibra em detergente neutro	79,10	19,00	11,42	16,94	13,16	12,15	12,10
Fibra em detergente ácido	35,24	10,49	3,37	8,54	5,76	5,49	5,45
Carboidrato Fibroso	72,18	11,96	9,42	11,81	10,09	9,11	8,50
Lignina	4,49	0,86	0,75	0,96	0,37	1,47	0,71
Celulose	31,38	9,85	2,78	7,92	5,83	4,50	5,64
Hemicelulose	43,86	8,51	8,05	8,40	7,40	6,65	6,65
Carboidratos totais	82,79	48,33	83,51	46,00	59,57	69,24	70,53
Carboidratos não fibrosos	10,61	36,37	74,09	39,62	51,75	62,16	62,95

Fonte: Aquino *et al.* (2024).

¹Numeração correspondente ao tratamento o qual o concentrado foi utilizado.

Tabela 2. Composição percentual e química das rações experimentais.

Ingrediente (%MN)	Níveis de EM (Mcal/kg MS)				
	1,18	2,07	2,25	2,42	2,69
Feno de Tifton 85	100	80	60	40	20
Concentrado	0	20	40	60	80
Milho grão moído ¹	-	15,87	69,45	72,46	75,61
Farelo de soja ¹	-	80,65	28,53	24,88	22,59
Ureia ¹	-	3,00	1,25	1,12	0,50
Calcário ¹	-	-	-	0,54	0,66
Fosfato bicálcico ¹	-	-	-	-	0,07
Cloreto de sódio ¹	-	0,40	0,70	0,93	0,50
Premix mineral ^{1,2}	-	0,08	0,07	0,07	0,06

Composição bromatológica (%MS)					
Matéria seca	92,02	92,00	92,06	92,00	91,95
Matéria orgânica	94,37	94,31	95,32	95,77	95,98
Matéria mineral	5,63	5,69	4,68	4,23	4,02
Proteína bruta	9,25	16,42	16,03	16,58	16,95
Extrato etéreo	2,33	2,46	3,40	4,53	4,95
Fibra em detergente neutro	79,10	66,67	52,72	38,93	25,50
Fibra em detergente ácido	35,24	29,90	23,45	17,39	11,40
Lignina	4,49	3,78	2,84	2,67	1,46
Celulose	31,38	26,69	21,16	15,25	10,79
Hemicelulose	43,86	36,77	29,27	21,54	14,09
Carboidratos totais	82,79	75,43	75,89	74,66	74,08
Carboidrato fibroso	72,18	60,11	47,35	34,34	21,24
Carboidratos não fibrosos	10,61	16,41	27,06	41,54	52,48
NDT	34,78	57,68	60,88	66,85	74,50
NDT:PB	3,76	3,51	3,80	4,03	4,39

Fonte: Aquino *et al.* (2024).

¹Composição centesimal em relação à porção concentrada da dieta.

²Composição: Ca 7,5%; P 3%; Fe 16.500 ppm, Mn 9.750 ppm, Zn 35.000 ppm, I 1.000 ppm, Se 225 ppm, Co 1.000 ppm.

Procedimentos de abate e variáveis dos componentes não carcaça

A duração do experimento foi determinada pelo tempo necessário para que a média do peso corporal (PC) dos animais de um dos tratamentos atingisse 28 kg, quando todos os animais experimentais foram abatidos. Os animais foram pesados ao início do experimento e a cada sete dias, durante o período experimental.

Também ocorreram pesagens intermediárias, quando o peso corporal (PC) dos animais se aproximava do peso determinado para o abate. Sendo os abates realizados durante quatro dias seguidos, onde foram abatidos os animais de um tratamento juntamente com dois do tratamento referência.

A duração do experimento foi determinada pelo tempo necessário para que a média do peso corporal (PC) dos animais de um dos tratamentos atingisse 28 kg, sendo todos os outros animais abatidos no mesmo período. Antes do abate, os animais permaneceram em jejum de sólido e líquido por 18h.

Como procedimento de abate, efetuou-se a insensibilização dos animais, por atordoamento, na região atla-occipital. Em seguida foi realizada a sangria, recolhendo-se o sangue para posterior pesagem.

Após a sangria, procedeu-se a esfola e, em seguida, a evisceração com separação dos componentes não carcaça em: rúmen-retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, coração, fígado, rins, PTEL (pulmões, traqueia, esôfago e língua), sangue, gorduras viscerais (omental, mesentérica, perirrenal e do coração) e componentes corporais externos (cabeça, patas e pele).

Os componentes do trato gastrintestinal foram inicialmente pesados cheios, obtendo-se o peso do trato gastrintestinal cheio (TGIC) e em seguida foram esvaziados, lavados e novamente pesados, para determinação do peso dos compartimentos do trato gastrintestinal.

Após a pesagem, o rendimento dos componentes não carcaça (CNC, %) foi calculado em relação ao peso do corpo vazio (PCVZ), de acordo com a fórmula:

$$\text{CNC (\%)} = (\text{peso do CNC kg/PCVZ}) \times 100$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis de energia metabolizável não influenciaram o peso absoluto do conteúdo gastrintestinal ($P > 0,05$), porém o peso relativo apresentou comportamento linear decrescente ($P < 0,05$; Tabela 1).

Vários fatores influenciam o conteúdo digestivo, como a natureza do alimento, a duração do jejum e do desenvolvimento do trato digestivo, sendo que este último depende da idade do animal e de seu histórico nutricional (Osório *et al.*, 2002).

Tabela 1. Peso absoluto (kg) e relativo (%) do conteúdo do trato gastrointestinal cheio (TGIC), coração, PTEL (pulmões, traqueia, esôfago e língua), fígado, rins e baço, em função dos níveis de EM das rações experimentais.

Variável	Níveis de EM (Mcal/kg de MS)					EPM	Efeito		
	1,18	2,07	2,25	2,42	2,69		L	Q	C
CTGI (kg) ¹	3,60	3,87	3,37	3,55	3,10	0,020	0,2174	0,1064	0,7231
CTGI (%) ²	31,73	22,73	16,65	14,54	13,62	0,190	<0,0001	0,9753	0,0196
Coração (kg) ³	0,05	0,07	0,09	0,09	0,10	0,001	<0,0001	0,2153	0,0422
Coração (%) ⁴	0,45	0,40	0,42	0,38	0,44	0,001	0,3267	0,1196	0,3947
PTEL (kg) ⁵	0,30	0,41	0,47	0,51	0,49	0,002	<0,0001	0,5425	0,0658
PTEL (%) ⁶	2,62	2,44	2,32	2,08	2,14	0,008	0,0002	0,5474	0,1417
Fígado (kg) ⁷	0,20	0,28	0,32	0,40	0,40	0,002	<0,0001	0,1931	0,0375
Fígado (%) ⁸	1,68	1,63	1,56	1,62	1,74	0,003	0,9653	0,0211	0,1899
Rins (kg) ⁹	0,05	0,07	0,07	0,07	0,07	0,001	<0,0001	0,1982	0,3599
Rins (%) ¹⁰	0,42	0,38	0,33	0,30	0,30	0,002	<0,0001	0,4164	0,0120
Baço (kg) ¹¹	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,001	<0,0001	0,9831	0,1491
Baço (%) ¹²	0,15	0,14	0,14	0,12	0,13	0,001	0,2175	0,9107	0,5847

Fonte: Aquino *et al.* (2024).

EPM: erro padrão da média; L: efeito linear; Q: efeito quadrático; C: efeito cúbico.

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

NS: não significativo.

$${}^1\hat{Y} = 3,50^{NS};$$

$${}^2\hat{Y} = 47,06 - 12,82EM^* (R^2=0,75);$$

$${}^3\hat{Y} = 0,01 + 0,03EM^* (R^2=0,60);$$

$${}^4\hat{Y} = 0,42^{NS};$$

$${}^5\hat{Y} = 0,14 + 0,14EM^* (R^2=0,53);$$

$${}^6\hat{Y} = 3,07 - 0,35EM^* (R^2=0,31);$$

$${}^7\hat{Y} = 0,01 + 0,14EM^* (R^2=0,64);$$

$${}^8\hat{Y} = 2,36 - 0,83EM + 0,22EM^2 (R^2=0,56);$$

$${}^9\hat{Y} = 0,31 + 0,02EM^* (R^2=0,43);$$

$${}^{10}\hat{Y} = 0,53 - 0,09EM^* (R^2=0,52);$$

$${}^{11}\hat{Y} = 0,005 + 0,01EM^* (R^2=0,46);$$

$${}^{12}\hat{Y} = 0,14^{NS}.$$

Carvalho *et al.* (2005a), avaliando a suplementação concentrada sobre os componentes não carcaça de cordeiros, observaram que o conteúdo gastrointestinal (kg e %) diminuiu com o aumento do nível de suplementação. Porém, Fontenele *et al.* (2010), trabalhando com diferentes níveis de energia (2,08; 2,28; 2,47 e 2,69 Mcal/kg de MS) na alimentação de ovinos Santa Inês, não verificaram efeito significativo para os pesos absoluto e relativo da variável analisada.

O coração e o PTEL, quando expressos em kg, apresentaram efeito linear crescente ($P < 0,05$). Segundo Carvalho *et al.* (2005a), este comportamento pode estar relacionado aos diferentes pesos corporais ao abate, uma vez que o crescimento absoluto destes componentes acompanha o crescimento do animal. Entretanto, quando se avaliou em termos percentuais, verificou-se que não houve efeito significativo ($P > 0,05$) para o coração, já o PTEL diminuiu à medida que os níveis de EM se elevaram.

Camilo (2011) trabalhando com diferentes níveis de EM (1,28; 1,72; 2,18; 2,62 Mcal/kg de MS) verificou efeito linear crescente para os pesos absolutos do coração e do PTEL, no entanto, os pesos relativos não foram influenciados pelo incremento de energia.

Entretanto, Medeiros *et al.* (2008) não observaram efeito significativo dos níveis de concentrado (20, 40, 60 e 80%) na dieta de ovinos Morada Nova para os pesos absolutos destes órgãos, e explicaram que tal resultado se deve ao fato dos animais terem sido abatidos com pesos semelhantes.

Os pesos absolutos do fígado, rins e baço aumentaram à medida que se elevou o teor de concentrado na dieta. O baço, rins e fígado têm altas taxas metabólicas, pois participam ativamente do metabolismo de nutrientes e, portanto, respondem à ingestão de diferentes níveis de energia (Owens *et al.*, 1993; Ferrell e Jenkins, 1998). Entretanto, Alves *et al.* (2003), avaliando diferentes níveis de energia na dieta, não observaram diferença significativa no desenvolvimento desses órgãos.

Os componentes não carcaça de pequenos ruminantes são utilizados em vários pratos gastronômicos, podendo representar uma fonte de renda adicional para o produtor. Desta forma, seu aproveitamento tem maior importância para o sistema de produção de ovinos e caprinos quando comparado aos demais sistemas de produção animal (Cezar e Sousa, 2007). Contudo, seus pesos são influenciados por fatores como peso corporal, sexo, tipo de nascimento, genética, idade e alimentação, podendo atingir de 40 a 60% do peso ao abate (Carvalho *et al.*, 2005b).

Foi observada influência ($P < 0,05$) dos níveis energéticos das rações experimentais sobre os pesos, em kg e %, do rúmen-retículo (Tabela 2). Segundo Berchielli *et al.* (2006), o tipo de alimentação ingerida pelo animal influencia o desenvolvimento dos pré-estômagos.

Considerando que, o volume rúmen-retículo está associado ao seu papel funcional, ou seja, à fermentação de nutrientes, seu tamanho será tanto maior quanto mais forragem for adicionada à dieta animal (Maior Junior *et al.*, 2008).

Tabela 2. Peso absoluto (kg) e relativo (%) do rúmen-retículo (RURE), omaso (OMA), abomaso (ABO), intestino delgado (ID), intestino grosso (IG) e gorduras perirrenal (GPR), omental (GO), mesentérica (GM) e do coração (GC) em função dos níveis de EM das rações experimentais.

Variável	Níveis de EM (Mcal/Kg de MS)					EPM	Efeito		
	1,18	2,07	2,25	2,42	2,69		L	Q	C
RURE (kg) ¹	0,44	0,51	0,47	0,56	0,50	0,002	0,0492	0,5878	0,3569
RURE (%) ²	3,86	2,97	2,33	2,31	2,19	0,017	<0,0001	0,4136	0,0120
OMA (kg) ³	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,0002	0,8075	0,4712	0,1006
OMA (%) ⁴	0,44	0,28	0,27	0,22	0,20	0,002	<0,0001	0,4950	0,5467
ABO (kg) ⁵	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,0004	0,0008	0,2758	0,9799
ABO (%) ⁶	0,51	0,41	0,39	0,31	0,39	0,003	0,0007	0,2105	0,0782
ID (kg) ⁷	0,20	0,28	0,31	0,37	0,37	0,002	<0,0001	0,3929	0,0767
ID (%) ⁸	1,75	1,64	1,52	1,54	1,62	0,006	0,1226	0,3513	0,2985
IG (kg) ⁹	0,18	0,24	0,28	0,34	0,30	0,002	<0,0001	0,8405	0,0071
IG (%) ¹⁰	1,51	1,42	1,36	1,40	1,33	0,004	0,0369	0,9893	0,8820
GPR (kg) ¹¹	0,09	0,13	0,20	0,34	0,21	0,003	0,0009	0,8819	0,0003
GPR (%) ¹²	0,77	0,73	0,96	1,38	0,91	0,010	0,0985	0,9809	0,0724
GO (kg) ¹³	0,14	0,19	0,24	0,40	0,27	0,003	0,0002	0,8536	0,0003
GO (%) ¹⁴	1,25	1,09	1,16	1,62	1,19	0,009	0,5918	0,6264	0,0556
GM (kg) ¹⁵	0,16	0,24	0,37	0,72	0,45	0,006	0,0002	0,6808	0,0679
GM (%) ¹⁶	1,36	1,33	1,77	2,95	1,94	0,022	0,0144	0,6422	0,0003
GC (kg) ¹⁷	0,03	0,04	0,06	0,07	0,06	0,0005	<0,0001	0,9174	0,0002
GC (%) ¹⁸	0,21	0,21	0,27	0,27	0,24	0,001	0,0746	0,8445	0,0193

Fonte: Aquino *et al.* (2024).

EPM: erro padrão da média; L: efeito linear; Q: efeito quadrático; C: efeito cúbico.

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

NS: não significativo.

$${}^1\hat{Y} = 0,39+0,05EM^* (R^2=0,36);$$

$${}^2\hat{Y} = 5,25-1,19EM^* (R^2=0,80);$$

$${}^3\tilde{Y} = 0,052^{NS};$$

$${}^4\hat{Y} = 0,63-0,16EM^* (R^2=0,77);$$

$${}^5\hat{Y} = 0,04+0,02EM^* (R^2=0,90);$$

$${}^6\hat{Y} = 0,63-0,11EM^* (R^2=0,56);$$

$${}^7\hat{Y} = 0,05+0,11EM^* (R^2=0,59);$$

$${}^8\tilde{Y} = 1,61^{NS};$$

$${}^9\hat{Y} = 0,05+0,10EM^* (R^2=0,51);$$

$${}^{10}\hat{Y} = 1,64-0,11EM^* (R^2=0,76);$$

$${}^{11}\hat{Y} = -0,06+0,12EM^* (R^2=0,55);$$

$${}^{12}\tilde{Y} = 0,95^{NS};$$

$$^{13}\hat{Y} = -0,01+0,12EM^* (R^2=0,31);$$

$$^{14}\hat{Y} = 1,26^{NS};$$

$$^{15}\hat{Y} = -0,20+0,27EM^* (R^2=0,32);$$

$$^{16}\hat{Y} = 0,47+0,66EM^* (R^2=0,44);$$

$$^{17}\hat{Y} = -0,01+0,03EM^* (R^2=0,45);$$

$$^{18}\hat{Y} = 3,19-5,04EM+2,66EM^2-0,44EM^{3*} (R^2=0,40).$$

Tais resultados corroboram com os relatos de Alves *et al.* (2003) e Medeiros *et al.* (2008), os quais observaram que dietas com menor densidade energética apresentam maiores teores de fibra e menor digestibilidade, resultando em maior tempo de retenção do alimento no retículo-rúmen e omaso, proporcionando-lhe maior desenvolvimento.

De acordo com Van Soest (1994), dietas contendo altos níveis de concentrado provocam a involução do omaso. Entretanto, no presente estudo, o peso absoluto do omaso não foi influenciado ($P>0,05$), porém seu peso relativo diminuiu ($P<0,05$) com o aumento nos níveis de EM. Resultados semelhantes foram observados por Missio *et al.* (2009) e Fontenele *et al.* (2010) trabalhando com diferentes níveis de concentrado.

Os níveis de EM influenciaram ($P<0,05$) os pesos, em kg e %, do abomaso. Segundo Pires *et al.* (2000), o aumento do peso corporal ao abate acarreta maiores proporções de abomaso, entre outros constituintes não carcaça.

Na maioria dos trabalhos realizados, os animais foram abatidos com peso semelhante, assim, o peso do abomaso não foi influenciado pelas dietas, divergindo do resultado encontrado no presente estudo (Moreno *et al.*, 2011; Camilo, 2011; Fontenele *et al.*, 2010; Medeiros *et al.*, 2008).

Os pesos absolutos dos intestinos aumentaram ($P<0,05$) com o incremento da EM, porém comportamento distinto foi observado para os pesos relativos, não apresentando efeito significativo para o intestino delgado ($P>0,05$) e efeito linear decrescente ($P<0,05$) para o intestino grosso.

O aumento no tamanho do intestino, e conseqüentemente no seu peso, pode estar relacionado à maior atividade metabólica intestinal, decorrente da elevação da quantidade de milho moído nas dietas com elevados níveis de concentrado, como forma de ampliar a área de digestão e absorção de nutrientes (Missio *et al.*, 2009). Diante disso, os resultados para o intestino delgado corroboraram com os encontrados por Camilo (2011), porém este autor não encontrou efeito significativo dos níveis de EM sobre o peso, em kg e %, do intestino grosso.

Os níveis de EM nas dietas aumentaram ($P < 0,05$) o peso, em kg, e as gorduras perirrenal, omental, mesentérica e do coração. O teor de concentrado na dieta é diretamente proporcional à concentração de propionato no rúmen, diminuindo assim a relação acetato:propionato e resultando em maior disponibilidade de energia na forma de glicose, o que favorece a lipogênese e conseqüente a deposição de gordura (Kozloski, 2002). Resultados semelhantes foram encontrados por Clementino *et al.* (2007), os quais avaliaram a influência dos níveis de concentrado sobre os constituintes não carcaça de cordeiros confinados.

Esse aumento na quantidade de gordura interna evidencia a capacidade fisiológica que ovinos possuem em depositar gordura intra-abdominal, porém a maior proporção de gordura interna ocasiona, na prática, em maiores exigências de energia para manutenção, devido à maior atividade metabólica do tecido adiposo.

Pode-se considerar que a gordura interna não é aproveitada para consumo humano, havendo desta forma desperdício de energia alimentar (Ferreira *et al.*, 2000). Entretanto, de acordo com Maior Junior *et al.* (2008), é necessário avaliar até que ponto a gordura é vantajosa na carcaça do animal, pois em grande quantidade trará prejuízos ao produtor.

CONCLUSÃO

O aumento dos níveis de energia metabolizável das rações influencia o peso dos componentes não carcaça, aumentando o peso do fígado, rins, PTEL (pulmões, traqueia, esôfago e língua), baço, intestinos delgado e grosso, gorduras perirrenal, omental, mesentérica e do coração, em kg, e diminui o peso relativo do conteúdo gastrintestinal, PTEL, rins, rúmen-retículo, omaso, abomaso e intestino grosso de ovinos Somalis Brasileira em crescimento.

Nas condições estudadas, o nível onde se observou os melhores resultados foi o de 2,42 Mcal/kg de MS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, K. S.; CARVALHO, F. F. R.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; MEDEIROS, A. N.; NASCIMENTO, J. F.; NASCIMENTO, L. R. S.; ANJOS, A. V. A. Níveis de energia em dietas de ovinos Santa Inês: Características de carcaça e constituintes corporais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1927-1936, 2003. Suplemento 2.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de ruminantes**. 1. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006, 583 p.

CAMILO, D. A. **Comportamento ingestivo, desempenho, características de carcaça e componentes não-carcaça de cordeiros Morada Nova alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável**. 2011. 100 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) □

Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011.

CARVALHO, S.; VERGUEIRO, A.; KIELING, R.; TEIXEIRA, R. C.; PIVATO, J.; VIERO, R.; CRUZ, A. N. Avaliação da suplementação concentrada em pastagem de tifton-85 sobre os componentes não carcaça de cordeiros. **Ciência Rural**, v. 35, n. 2, p. 435-439, 2005a.

CARVALHO, S.; SILVA, M. F.; CERUTTI, R.; KIELING, R.; OLIVEIRA, A.; DALEASTRE, M. Desempenho e componentes do peso vivo de cordeiros submetidos a diferentes sistemas de alimentação. **Ciência Rural**, v. 35, n. 3, p. 650-655, 2005b.

CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. **Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação**. 1. ed. Uberaba: Editora Agropecuária Tropical, 2007. 232 p.

CLEMENTINO, R. H.; SOUSA, W. H.; MEDEIROS, A. N.; CUNHA, M. G. G.; GONZAGA NETO, S.; CARVALHO, F. F. R.; CAVALCANTE, M. A. B. Influência dos níveis de concentrado sobre os cortes comerciais, os constituintes não-carcaça e os componentes da perna de cordeiros confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 3, p. 681-688, 2007.

COSTA, R. G. *et al.* **Buchada caprina: características físico-químicas e microbiológicas**. Campina Grande: Editora Impressos Adilson, 2007. 93 p.

FERREIRA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; MUNIZ, E. B.; VERAS, A. S. C. Características das carcaças, biometria do trato gastrointestinal, tamanho dos órgãos internos e conteúdo gastrointestinal de bovinos F1 Simental x Nelore alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 1174-1182, 2000.

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, n. 2, p. 647-657, 1998.

FONTENELE, R. M.; PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; MIZUBUTI, I. Y.; MONTE, A. L. S.; CÂNDIDO, M. J. D.; REGADAS FILHO, J. G. L.; ROCHA JUNIO, J. N. Níveis de energia metabolizável em rações de ovinos Santa Inês: peso dos órgãos internos e do trato digestório. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 4, p. 1095-1104, 2010.

FURUSHO-GARCIA, I. F.; PEREZ, J. R. O.; OLIVEIRA, M. V. M. Componentes corporais de órgãos internos de cordeiros Texel x Bergamácia, Texel x Santa Inês e Santa Inês puros, terminados em confinamento, com casca de café como parte da dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1992-1998, 2003.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 1. ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2002. 140 p.

MAIOR JÚNIOR, R. J. S.; CARVALHO, F. F. R.; BATISTA, A. M. V.; VASCONCELOS, R. M. J.; SILVA, R. C. B.; FIGUEIREDO, M. A. S. Rendimento e características dos componentes

não-carcaça de ovinos alimentados com rações baseadas em cana-de-açúcar e uréia. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 3, p. 507-515, 2008.

MEDEIROS, G. R.; CARVALHO, F. F. R.; FERREIRA, M. A.; ALVES, K. S.; MATTOS, C. W.; SARAIVA, T. A.; NASCIMENTO, J. F. Efeito dos níveis de concentrado sobre os componentes não-carcaça de ovinos Morada Nova em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 6, p. 1063-1071, 2008.

MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; RESTLE, J.; SILVA, J. H. S.; SILVEIRA, M. F.; SILVA, V. S. Partes não-integrantes da carcaça de tourinhos alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 5, p. 906-915, 2009.

MORENO, G. M. B.; SOBRINHO, A. G. S.; LEÃO, A. G.; PEREZ, H. L.; LOUREIRO, C. M. B.; PEREIRA, G. T. Rendimento dos componentes não-carcaça de cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 12, p. 2878-2885, 2011.

OSÓRIO, J. C. S. *et al.* **Qualidade, morfologia e avaliação de carcaças**. 1. ed. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2002. 196 p.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 11, p. 3138-3150, 1993.

PIRES, C. C.; SILVA, L. F.; FARINATTI, L. H. E.; PEIXOTO, L. A. O.; FÜLBER, M. E.; CUNHA, M. A. Crescimento de cordeiros abatidos com diferentes pesos. 2. Constituintes corporais. **Ciência Rural**, v. 30, n. 5, p. 869-873, 2000.

SAS INSTITUTE INC. **Statistical analysis system for Windows**, Release 9.1. SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA, 2003.

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

YAMAMOTO, S. M.; MACEDO, F. A. F.; MEXIA, A. A.; ZUNDT, M.; SAKAGUTI, E. S.; ROCHA, G. B. L.; REGAÇONI, K. C. T.; MACEDO, R. M. G. Rendimentos dos cortes e não-componentes das carcaças de cordeiros terminados com dietas contendo diferentes fontes de óleo vegetal. **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1909-1913, 2004.

EFEITO DA ENERGIA METABOLIZÁVEL NA COMPOSIÇÃO E EXIGÊNCIAS DE ENERGIA LÍQUIDA DE OVINOS SOMALIS BRASILEIRA

Rildson Melo Fontenele¹;

Faculdade de Tecnologia CENTEC - FATEC CARIRI (FATEC Cariri), Juazeiro do Norte, CE.

<http://lattes.cnpq.br/9114260410299837>

Francisco Wellington Rodrigues Lima²;

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Valença do Piauí, PI.

<http://lattes.cnpq.br/9548341939475049>

Rebeca Magda da Silva Aquino³;

Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE.

<http://lattes.cnpq.br/3080588114220271>

Paulo César Lopes de Arruda⁴;

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Piri-piri, PI.

<http://lattes.cnpq.br/9588390189130688>

Anna Beatriz Rêgo do Carmo⁵.

Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE.

<http://lattes.cnpq.br/6810974258471510>

RESUMO: Avaliou composição corporal e exigências líquidas de energia para manutenção e ganho de peso de corpo vazio (PCVZ) em ovinos Somalis Brasileira alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável (EM). Utilizou-se 48 animais, não-castrados, com idade e peso corporal (PC) de 60 dias e $13,47 \pm 1,76$ kg. Os animais foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados, sendo os tratamentos, rações contendo 1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg MS, com oito repetições. Peso de abate foi determinado quando média de peso dos animais de um dos tratamentos atingiu 28 kg. Exigência líquida de energia para manutenção foi estimada extrapolando-se equação de regressão do logaritmo da produção de calor, em função do consumo de energia metabolizável (CEM) para nível zero de CEM. Ajustaram-se equações de regressão do logaritmo do conteúdo de gordura e energia em função do logaritmo do PCVZ. Ganho médio diário e ganho de PCVZ aumentaram linearmente com aumento dos níveis de EM. Já peso corporal final, peso corporal ao abate, PCVZ, consumo de matéria seca e consumo de EM houve efeito quadrático ($P < 0,001$) com aumento da EM. Teor de energia e gordura de PCVZ 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 PC aumentou de 13,00 para 28,70 kg. Composição corporal 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. Exigência líquida de energia para manutenção é 45,63 g/kg PCVZ^{0,75}/dia. Aumento no peso 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.

EFFECT OF METABOLIZABLE ENERGY ON THE COMPOSITION AND NET ENERGY REQUIREMENTS OF BRAZILIAN SOMALIS SHEEP

ABSTRACT: Evaluated body composition and net energy requirements for maintenance and empty body weight gain (EBW) in Brazilian Somali sheep fed with different levels of metabolizable energy (ME). 48 non-castrated animals were used, with an age and body weight (BW) of 60 days and 13.47 ± 1.76 kg. The animals were distributed in a randomized block design, with treatments containing 1.18; 2.07; 2.25; 2.42 and 2.69 Mcal/kg DM, with eight repetitions. Slaughter weight was determined when the average weight of animals in one of the treatments reached 28 kg. Net energy requirement for maintenance was estimated by extrapolating the regression equation of the logarithm of heat production, as a function of metabolizable energy consumption (MEC) for zero level of MEC. Regression equations of the logarithm of fat and energy content were adjusted as a function of the logarithm of EBW. Average daily gain and EBW gain increased linearly with increasing ME levels. Final body weight, body weight at slaughter, EBW, dry matter intake and ME intake showed a quadratic effect (P<0.001) with an increase in ME. Energy and fat content of EBW increased from 2.77 Mcal/kg and 209.17 g/kg to 3.47 Mcal/kg and 294.08 g/kg of EBW, respectively, and BW increased from 13.00 to 28.70 kg. Body composition ranges from 538.28 to 593.93 g/kg EBW for water, 228.17 to 353.13 g/kg EBW for fat, 114.53 to 157.93 g/kg EBW for potine and 17.94 to 31.68 g/kg of EBW of mineral matter, for diets containing 1.18 to 2.69 Mcal/kg of DM. Net energy requirement for maintenance is 45.63 g/kg EBW^{0.75}/day. Increase in weight from 13.00 to 28.70 kg BW increases fat depositions from 283.75 to 398.93 g/kg EBWG and energy from 3.42 to 4.30 Mcal/kg EBWG.

KEY-WORDS: 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).

Os ovinos Somalis Brasileira são usados, preferencialmente, para a produção de carne e está bem adaptado à agricultura extensiva e semi-extensiva, havendo pouca informação disponível sobre estes animais, e a maioria dos estudos envolvendo esta raça baseia-se em cruzamentos para a produção de animais mais pesados para produção de carne.

Diante disso, objetivou-se com o seguinte trabalho determinar a composição corporal e as 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 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 considerando a fração de FDNi (Casali *et al.*, 2008).

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados de acordo com Weiss (1999).

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

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).

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

As rações concentradas, feno e sobras foram secados em estufa de ventilação forçada a $55 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, 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) e os carboidratos não fibrosos (CNF) segundo a equação proposta por Weiss (1999). Para os concentrados, por causa da presença de ureia na sua constituição, o CNF foi calculado a partir da equação adaptada por Hall (2000).

$$\text{CT (\%)} = 100 - (\% \text{ PB} + \% \text{ EE} + \% \text{ MM})$$

$$\text{CNF (\%)} = 100 - (\% \text{ PB} + \% \text{ FDNcp} + \% \text{ EE} + \% \text{ MM})$$

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

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	-	4,0	7,0	9,3	5,0
Premix mineral ^a	-	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 _c p	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

Fonte: Fontenele *et al.* (2024).

^aComposição: Ca 7,5%; P 3%; Fe 16,500 ppm; Mn 9,750 ppm; Zn 35,000 ppm; Se 225ppm; Co 1000 ppm; FDN_cp: 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).

$$PCVZ = PCA - (CTGI + CB + CVB)$$

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 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).

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

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).

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

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.

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

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

$$GMD = - 56,271 + 72,220*EM$$

$$GPCVZ = - 74,963 + 76,346*EM$$

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

Fonte: Fontenele *et al.* (2024).

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, EPM = 0,869, R² = 0,55), peso corporal ao abate (PCA, EPM = 0,869, R² = 0,58), peso de corpo vazio (PCVZ, EPM = 0,847, R² = 0,63), consumo de matéria seca (CMS, EPM = 1,611, R² = 0,17) e consumo de energia metabolizável (CEM, EPM = 9,525, R² = 0,75) apresentaram efeito quadrático (P<0,001) com o aumento do nível de energia nas dietas experimentais.

$$PCf = 3,479 + 11,134*EM - 0,784*EM^2$$

$$PCA = 3,621 + 10,202*EM - 0,524*EM^2$$

$$PCVZ = 1,739 + 7,943*EM + 0,144*EM^2$$

$$CMS = 8,599 + 62,013*EM - 15,093*EM^2$$

$$CEM = - 127,805 + 208,244*EM - 28,263*EM^2$$

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, EPM = 3,163, R² = 0,63). Tendência semelhante foi observada para a produção de calor (PCI, EPM = 6,979, R² = 0,68).

$$RE = - 27,147 + 32,633*EM - 0,408EM^2$$

$$PCI = - 100,659 + 175,611EM - 27,855EM^2$$

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

Fonte: Fontenele *et al.* (2024).

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 ²	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

Fonte: Fontenele *et al.* (2024).

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

Fonte: Fontenele *et al.* (2024).

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., EPM = 0,267, $R^2 = 0,92$) e energia (Energ., EPM = 0,176, $R^2 = 0,87$) nos diferentes pesos, derivaram-se as equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal destes constituintes, em função do PCVZ.

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

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

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

Fonte: Fontenele *et al.* (2024).

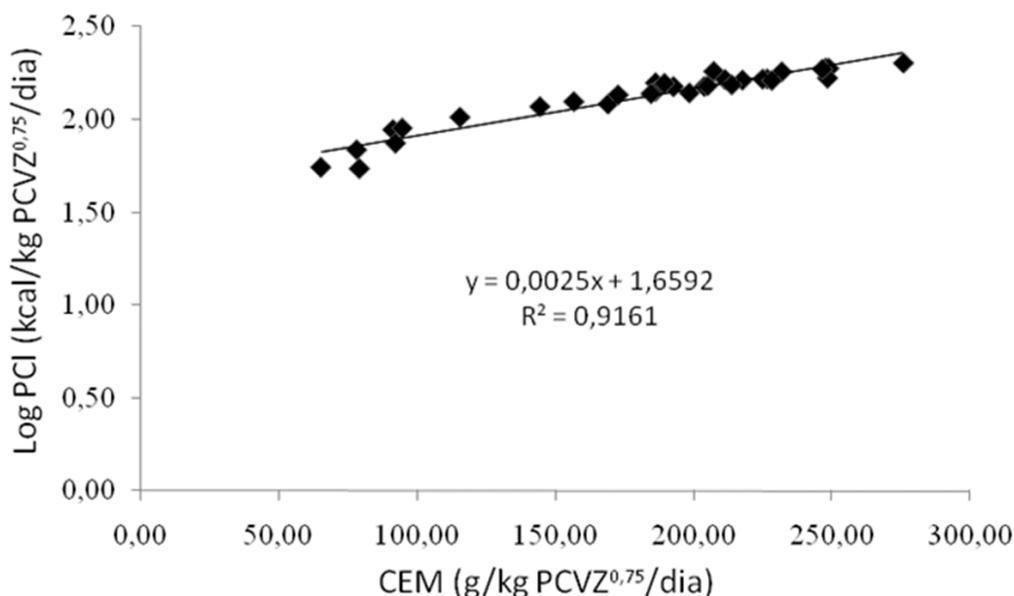
PC: Peso corporal, PCVZ (Peso do corpo vazio) = - 3,049 + 0,956*PC.

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, EPM = 0,667, R² = 0,92) (Figura 1).

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

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



Fonte: Fontenele *et al.* (2024).

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^{0,75}/dia, representando a exigência de EL_m 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 (EL_m) de 45,63 kcal/kg PCVZ^{0,75} foi próximo ao relatado por Gonzaga Neto *et al.* (2005) (52,49 kcal/kg PCVZ^{0,75}), trabalhando com ovinos Morada Nova e Regadas Filho *et al.* (2011) (50,72 kcal/kg PCVZ^{0,75}), 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^{0,75}/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, p. 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.

GONZAGANETO, 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, p. 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., SLEZACEK, O. 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. Ruminant 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, p. 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, p. 1390–1398, 2003.

EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA LÍQUIDA PARA OVINOS SOMALIS BRASILEIRA ALIMENTADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL

Rildson Melo Fontenele¹;

Faculdade de Tecnologia CENTEC - FATEC CARIRI (FATEC Cariri), Juazeiro do Norte, CE.

<http://lattes.cnpq.br/9114260410299837>

Francisco Wellington Rodrigues Lima²;

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Valença do Piauí, PI.

<http://lattes.cnpq.br/9548341939475049>

Rebeca Magda da Silva Aquino³;

Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE.

<http://lattes.cnpq.br/3080588114220271>

Paulo César Lopes de Arruda⁴;

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Piri-piri, PI.

<http://lattes.cnpq.br/9588390189130688>

Anna Beatriz Rêgo do Carmo⁵.

Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE.

<http://lattes.cnpq.br/6810974258471510>

RESUMO: Avaliou exigência líquida de proteína para manutenção e ganho de peso de corpo vazio (PCVZ) em ovinos Somalis Brasileira alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável (EM). Utilizou-se 48 ovinos Somalis Brasileira, não-castrados, com idade e peso corporal (PC) de 60 dias e $13,47 \pm 1,76$ kg. Os animais 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. 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 $2,90 \text{ g/kg PC}^{0,75}/$

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 PC^{0.75}/dia. A exigência líquida de proteína para manutenção em ovinos Somalis Brasileira é 0,80 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.

PALAVRAS-CHAVES: Perdas endógenas. Proteína metabolizável. Relação Volumoso:concentrado

LIQUID PROTEIN REQUIREMENTS FOR BRAZILIAN SOMALIS SHEEP FED DIFFERENT LEVELS OF METABOLIZABLE ENERGY

ABSTRACT: Evaluated net protein requirement for maintenance and gain of empty body weight (EWW) in Brazilian Somali sheep fed with different levels of metabolizable energy (ME). 48 non-castrated Somali Brazilian sheep were used, with an age and body weight (BW) of 60 days and 13.47 ± 1.76 kg. The animals were distributed in a randomized block design, with treatments being diets containing different levels of metabolizable energy (1.18; 2.07; 2.25; 2.42 and 2.69 Mcal/kg DM), with eight repetitions. Slaughter weight was determined when the average weight of animals from one of the five treatments reached 28 kg. Daily nitrogen (N) excretion was estimated by extrapolating the regression equation of N intake (g/kg BW^{0.75}/day) as a function of N retention (g/kg BW^{0.75}/day) for intake zero. The derivative of the regression equation of the logarithm of protein content as a function of the logarithm of the animals PCVZ allowed the estimation of the net protein requirement for empty body weight gain (GPCVZ). Nitrogen consumption showed a quadratic effect, with a maximum point of 2.59 Mcal/kg DM of metabolizable energy, corresponding to a maximum N intake of 2.90 g/kg BW^{0.75}/day. As for nitrogen retained daily, an increasing linear response was observed with the increase in metabolizable energy levels in the diets. A decrease in the amount of protein in the animals empty bodies was observed with the increase in PCVZ, from 143.71 to 122.52 g/kg PCVZ, when the animals increased their body weight from 13.00 to 28.70 kg. Daily N excretion was estimated at 0.128 g/kg BW^{0.75}/day. The net protein requirement for maintenance in Brazilian Somali sheep is 0.80 g/kg BW^{0.75}/day, with a decrease in the net protein requirement for GPCVZ from 119.72 to 102.07 g/kg GPCVZ, depending on weight body weight increases from 13.00 to 28.70 kg.

KAY-WORDS: 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 estimulado 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).

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

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).

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

As rações concentradas, feno e sobras foram secados em estufa de ventilação forçada a $55 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, 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) e os carboidratos não fibrosos (CNF) segundo a equação proposta por Weiss (1999). Para os concentrados, por causa da presença de ureia na sua constituição, o CNF foi calculado a partir da equação adaptada por Hall (2000).

$$\text{CT (\%)} = 100 - (\% \text{ PB} + \% \text{ EE} + \% \text{ MM})$$

$$\text{CNF (\%)} = 100 - (\% \text{ PB} + \% \text{ FDNcp} + \% \text{ EE} + \% \text{ MM})$$

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

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	-	4,0	7,0	9,3	5,0
Premix mineral ^a	-	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

Fonte: Fontenele *et al.* (2024).

^aComposição: 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 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).

$$PCVZ = PCA - (CTGI + CB + CVB)$$

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 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):

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

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^{0,75}/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^{0,75}/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.

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

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, EPM = 0,097, R² = 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^{0,75}/dia.

$$CN = - 3,203 + 4,708*EM - 0,908*EM^2$$

Já para o nitrogênio retido diariamente (NRD, 0,060, R² = 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).

$$NRD = - 0,156 + 0,134*EM$$

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

Fonte: Fontenele *et al.* (2024).

CN (g/kg PC^{0,75}/dia): Consumo de nitrogênio; NRD (g/kg PC^{0,75}/dia): Nitrogênio retido diariamente.

A equação logaritmizada 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 ²	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

Fonte: Fontenele *et al.* (2024).

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

Fonte: Fontenele *et al.* (2024).

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., EPM = 0,514, R² = 0,84), nos diferentes pesos, derivou-se a equação de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de proteína, em função do logaritmo do PCVZ.

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

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

Fonte: Fontenele *et al.* (2024).

PC: Peso corporal, PCVZ (Peso do corpo vazio) = - 3,049 + 0,956*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

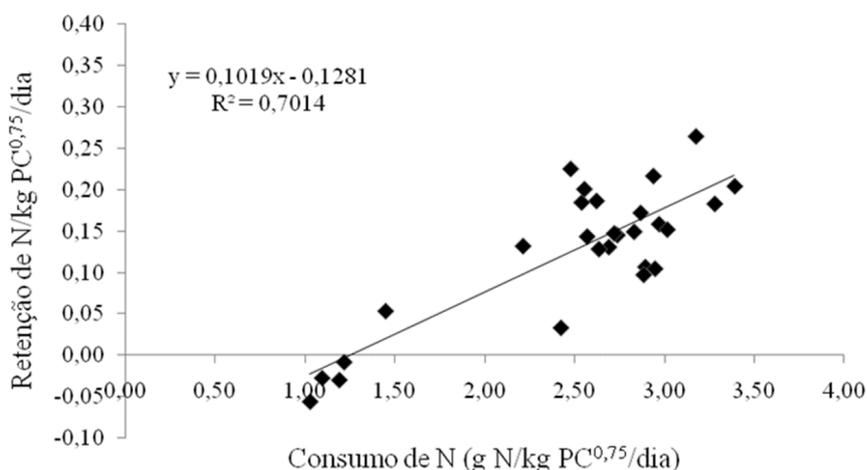
com os diferentes sistemas de alimentação. Em ovinos Santa Inês confinados com 15 a 30 kg PC, Regadas Filho *et al.* (2011) também observaram redução na deposição de proteína com o aumento de peso dos animais.

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, EPM = 1,102, R² = 0,70).

$$RN = -0,1281 + 0,1019 \cdot CN$$

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.



Fonte: Fontenele *et al.* (2024).

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 g N/kg PC^{0,75}/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 g/kg PC^{0,75}/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 g/kg PC^{0,75}/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-AUZÉLOUX, I. C. Protein metabolism and turnover. In: DIJKSTRA, J.; FORBES, J. M.; FRANCE, J. (Eds.). **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. 2.ed. Wallingford: CAB International, 2005. p. 373-397.

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.; SILVA, J. F. C; 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.

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE USO DA ENERGIA METABOLIZÁVEL DE MANTENÇA E GANHO E AVALIAÇÃO DO MODELO *SMALL RUMINANT NUTRITION SYSTEM* EM OVINOS SOMALIS BRASILEIRA

Rildson Melo Fontenele¹;

Faculdade de Tecnologia CENTEC - FATEC CARIRI (FATEC Cariri), Juazeiro do Norte, CE.

<http://lattes.cnpq.br/9114260410299837>

Francisco Wellington Rodrigues Lima²;

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Valença do Piauí, PI.

<http://lattes.cnpq.br/9548341939475049>

Rebeca Magda da Silva Aquino³;

Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE.

<http://lattes.cnpq.br/3080588114220271>

Paulo César Lopes de Arruda⁴;

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Piripiri, PI.

<http://lattes.cnpq.br/9588390189130688>

Anna Beatriz Rêgo do Carmo⁵.

Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE.

<http://lattes.cnpq.br/6810974258471510>

RESUMO: Objetivou estimar a eficiência de uso de energia metabolizável para manutenção e ganho de peso, exigências de energia e proteína metabolizáveis e avaliar 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, não-castrados, com idade e peso corporal (PC) de 60 dias e $13,47 \pm 1,76$ kg. Os animais foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados, sendo os tratamentos rações com 1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg MS, com oito repetições. 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^{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 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/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 prever o consumo de matéria seca, entretanto, subestimou em 5,18% o ganho médio diário de peso corporal.

PALAVRAS-CHAVE: Cordeiros. Modelo mecanicista. Requerimento nutricional.

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF USE OF METABOLIZABLE ENERGY FOR MAINTENANCE AND GAIN AND EVALUATION OF THE SMALL RUMINANT NUTRITION SYSTEM MODEL IN BRAZILIAN SOMALIS SHEEP

ABSTRACT: It aimed to estimate the efficiency of use of metabolizable energy for weight maintenance and gain, metabolizable energy and protein requirements and evaluate predictions of dry matter intake and average daily gain by the small ruminant nutrition system (SRNS) in Brazilian Somali sheep. 48 non-castrated sheep, with an age and body weight (BW) of 60 days and 13.47 ± 1.76 kg, were used. The animals were distributed in a randomized block design, with treatments being diets with 1.18; 2.07; 2.25; 2.42 and 2.69 Mcal/kg DM, with eight repetitions. Slaughter weight was determined when the average weight of animals from one of the five treatments reached 28 kg. The concentration of net energy in the diet for maintenance was obtained by dividing fasting heat production by the DMI to maintain energy balance, expressed in g DM/kg PCVZ^{0.75}. Validation of the SRNS model was carried out by adjusting a simple linear regression model between the predicted (independent variable) and observed (dependent variable) values, the variables analyzed were DMI and BWG. The efficiency of using metabolizable energy for maintenance was 0.67, and the efficiency of using energy for gain decreased with increasing levels of metabolizable energy in the diet. The efficiency of using metabolizable energy for maintenance in Brazilian Somali sheep is 0.67. The efficiency of using metabolizable energy for gain varies from 1.85 to 0.43 for diets containing 1.18 to 2.69 Mcal/kg DM, respectively. Net energy and protein requirements rise with increasing body weight and increased body weight gain of Brazilian Somali sheep. The Small Ruminant Nutrition Systems model is sensitive for predicting dry matter intake, however, it underestimated the average daily body weight gain by 5.18%.

KEY-WORDS: 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 é 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 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 ± 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).

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

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).

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

As rações concentradas, feno e sobras foram secados em estufa de ventilação forçada a $55 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, 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) e os carboidratos não fibrosos (CNF) segundo a equação proposta por Weiss (1999). Para os concentrados, por causa da presença de ureia na sua constituição, o CNF foi calculado a partir da equação adaptada por Hall (2000).

$$\text{CT (\%)} = 100 - (\% \text{ PB} + \% \text{ EE} + \% \text{ MM})$$

$$\text{CNF (\%)} = 100 - (\% \text{ PB} + \% \text{ FDNcp} + \% \text{ EE} + \% \text{ MM})$$

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

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 ^a	-	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

Fonte: Fontenele *et al.* (2024).

^aComposição: Ca 7,5%; P 3%; Fe 16,500 ppm; Mn 9750 ppm; Zn 35,000 ppm; Se 225ppm; Co 1000 ppm; 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):

$$k_m = 0,503 + 0,35q_m$$

$$k_g = 0,006 + 0,78q_m$$

$$q_m = EM/EB$$

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 iterativo, proposto por Harris (1970), a fim de se comparar com o valor estimado pelas equações do AFRC (1993):

$$k_m = EL_m/EM_m$$

$$k_g = EI_g/EM$$

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

A exigência de proteína foi determinada de acordo com Valadares Filho *et al.* (2010):

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

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

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

$$PB \text{ (g/dia)} = PDR + PNDR$$

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 ($EPM = 2,792$, $R^2 = 0,65$).

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

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, EPM = 2,310, R² = 0,91), cujo anti-log do intercepto indicou o valor de 45,83 kcal/kg^{0,75}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 PCVZ^{0,75}/dia.

$$\text{Log PCI} = 1,661 + 0,003 \cdot \text{CEM}$$

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^{0,75}), para manutenção (CMS_m, g/kg PCVZ^{0,75}) e ganho (CMS_g, g/kg PCVZ^{0,75}), 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

Fonte: Fontenele *et al.* (2024).

¹Calculado conforme Harris (1970).

²Calculado 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) ¹							
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) ¹							
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) ¹							
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) ¹							
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

Fonte: Fontenele *et al.* (2024).

¹Peso do corpo vazio ($PCVZ = -3,049 + 0,956*PC$);

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

³ $EM_m = 0,67$;

⁴ $EM_g = 0,72$.

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 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_m) e ganho (PL_g), proteína metabolizável para manutenção (PM_m), ganho (PM_g), total (PM_t), proteína microbiana (P_{mic}), proteína degradada (PDR) e não degradada no rúmen (PNDR) e proteína bruta (PB) em ovinos Somalis Brasileira em crescimento.

GMD (g/dia)	PL_m^2 (g/dia)	PL_g (g/dia)	PM_m^3 (g/dia)	PM_g^4 (g/dia)	PM_t (g/dia)	P_{mic} (g/dia)	PDR (g/dia)	PNDR (g/dia)	PB (g/dia)
13,00 kg PC (9,38 kg PCVZ) ¹									
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) ¹									
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) ¹									
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) ¹									
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

Fonte: Fontenele *et al.* (2024).

¹Peso do corpo vazio ($PCVZ = -3,049 + 0,956 \cdot PC$);

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

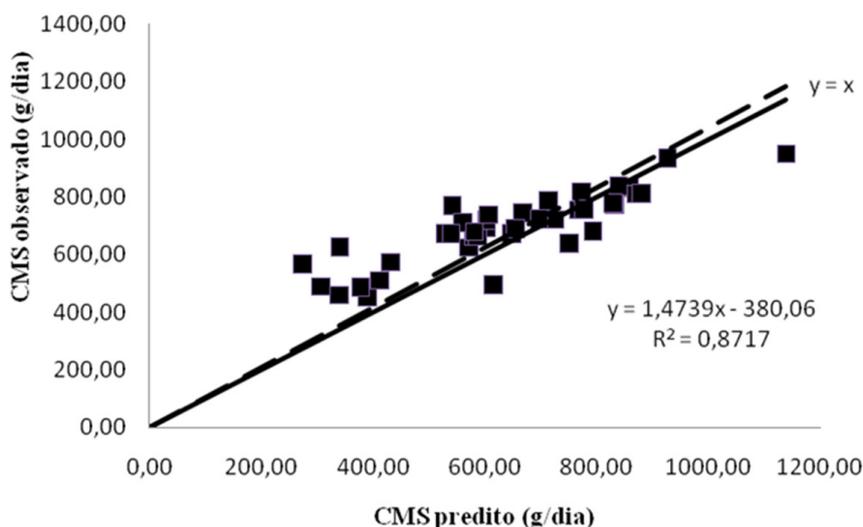
³ $k_{pm} = 1,00$;

⁴ $k_{pg} = 0,59$.

Na Figura 1 está expresso o gráfico do CMS observado (CMS_{obs}) em função do CMS predito (CMS_{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.

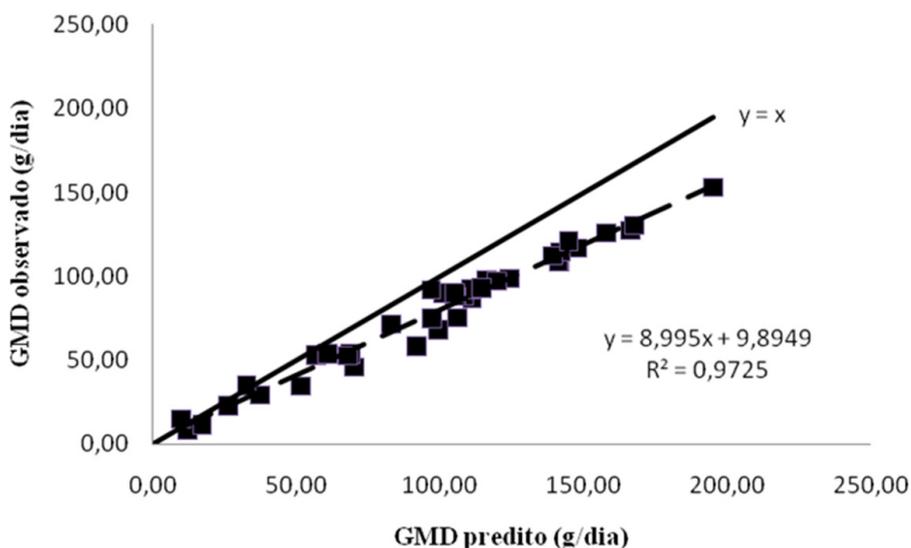
Figura 1. Relação entre o consumo de matéria seca (CMS) observado e predito pelo modelo SRNS em ovinos Somalis Brasileira em crescimento.



Fonte: Fontenele *et al.* (2024).

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.



Fonte: Fontenele *et al.* (2024).

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 deslanados no Brasil.

CONCLUSÃO

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.; VIEIRA, R. A. M.; LANA, R. P.; LEONEL, F. P.; HENRIQUE, D. S.; LIMA, A. V.; SOUZA, J. C. 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, E. S.; 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.; PIMENTEL, P.G.; QUEIROZ, A.C.; MIZUBUTI, I.Y. 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.** 2ª. 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.

PREDIÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE OVINOS DA RAÇA SOMALIS BRASILEIRA USANDO A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA SEÇÃO HH

Rildson Melo Fontenele¹;

Faculdade de Tecnologia CENTEC - FATEC CARIRI (FATEC Cariri), Juazeiro do Norte, CE.

<http://lattes.cnpq.br/9114260410299837>

Francisco Wellington Rodrigues Lima²;

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Valença do Piauí, PI.

<http://lattes.cnpq.br/9548341939475049>

Rebeca Magda da Silva Aquino³;

Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE.

<http://lattes.cnpq.br/3080588114220271>

Paulo César Lopes de Arruda⁴;

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Piriipiri, PI.

<http://lattes.cnpq.br/9588390189130688>

Anna Beatriz Rêgo do Carmo⁵.

Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE.

<http://lattes.cnpq.br/6810974258471510>

RESUMO: Este trabalho foi conduzido objetivando 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. Utilizou-se 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^a-10^a-11^a costelas no ponto correspondente a 61,5% da distância entre a vértebra seccionada e o início da cartilagem da 12^a costela. 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^a e 11^a costelas.

PREDICTION OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF BRAZILIAN SOMALIS SHEEP USING THE CHEMICAL COMPOSITION OF SECTION HH

ABSTRACT: This work was conducted with the aim of developing equations to estimate the chemical composition of the carcass and empty body using the chemical composition of the HH section of Brazilian Somali sheep fed with different levels of metabolizable energy. Forty-eight growing, non-castrated Brazilian Somali sheep were used, with an average age and body weight (BW) of 90 days and 13.47 ± 1.76 kg, respectively. After an adaptation period of 20 days, eight animals were slaughtered to be used as a reference for estimating the empty body weight (EBW) and initial body composition of the others. The remaining animals were distributed in a randomized block design, with treatments containing diets containing different levels of metabolizable energy (1.18; 2.07; 2.25; 2.42 and 2.69 Mcal/kg DM), with eight replications. Slaughter weight was determined when the average weight of animals from one of the five treatments reached 28 kg. Body chemical composition was determined using the composition of the right half carcass, as well as a sample from the HH section, obtained from the left half carcass. In the cooled left half-carcass, the HH section was cut through the transverse section of the 9th-10th-11th ribs at the point corresponding to 61.5% of the distance between the sectioned vertebra and the beginning of the cartilage of the 12th rib. The HH section was ground in an industrial meat grinder and homogenized. The HH section satisfactorily estimated the chemical composition of water, protein and fat in the carcass and empty body, while the mineral content was underestimated by around 27.07% in the carcass and 14.91% in the empty body. The water, crude protein and fat content of the carcass can be predicted by the HH section. The chemical composition of the HH section can be used to replace the chemical composition of the carcass to predict the chemical composition of the empty body in Brazilian Somali sheep.

KEY-WORDS: Indirect method. Lambs. 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^a e 11^a 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).

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

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).

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

As rações concentradas, feno e sobras foram secados em estufa de ventilação forçada a $55 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, 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) e os carboidratos não fibrosos (CNF) segundo a equação proposta por Weiss (1999). Para os concentrados, por causa da presença de ureia na sua constituição, o CNF foi calculado a partir da equação adaptada por Hall (2000).

$$CT (\%) = 100 - (\% PB + \% EE + \% MM)$$

$$CNF (\%) = 100 - (\% PB + \% FDNcp + \% EE + \% MM)$$

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

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	-	4,0	7,0	9,3	5,0
Premix mineral ^a	-	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

Fonte: Fontenele *et al.* (2024).

^aComposição: Ca 7,5%; P 3%; Fe 16,500 ppm; Mn 9750 ppm; Zn 35,000 ppm; Se 225 ppm; Co 1000 ppm; 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).

$$PCVZ = PCA - (CTGI + CB + CVB)$$

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:

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

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

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

Fonte: Fontenele *et al.* (2024).

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 ²	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

Fonte: Fontenele *et al.* (2024).

R²: 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.

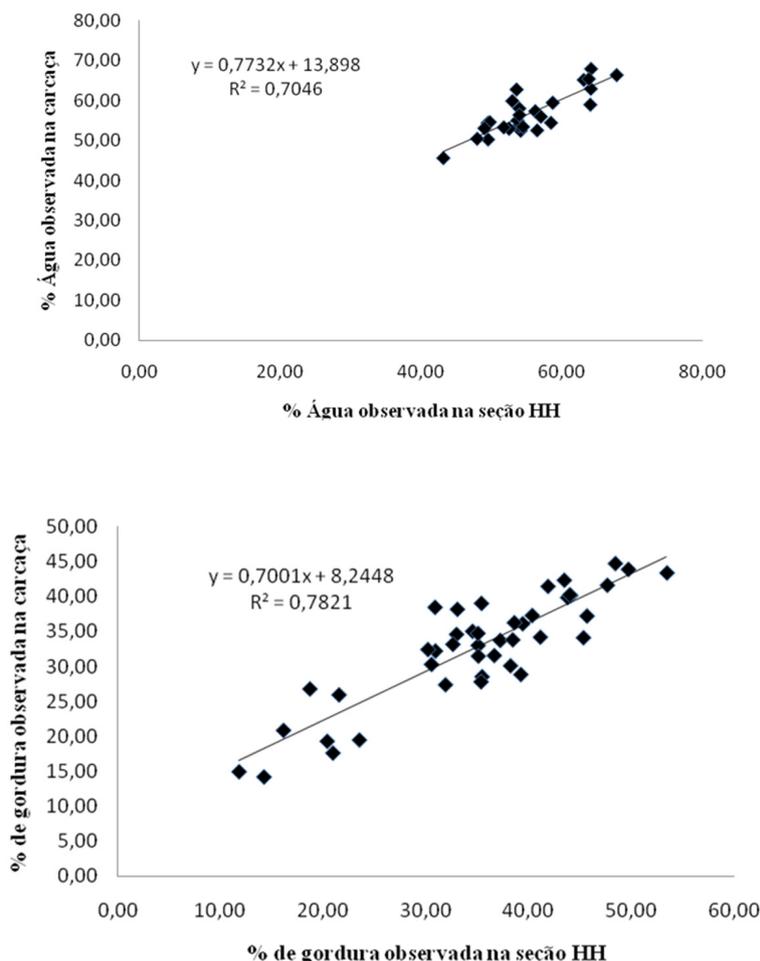
A equação gerada para predição da matéria mineral na carcaça não refletiu grau alto de precisão quando estimada pela seção HH. Vários autores apontaram menor precisão da estimativa do teor de minerais no corpo vazio ou na carcaça a partir da seção HH (Hankins e Howe, 1946; Alhassan *et al.* 1975; Lanna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

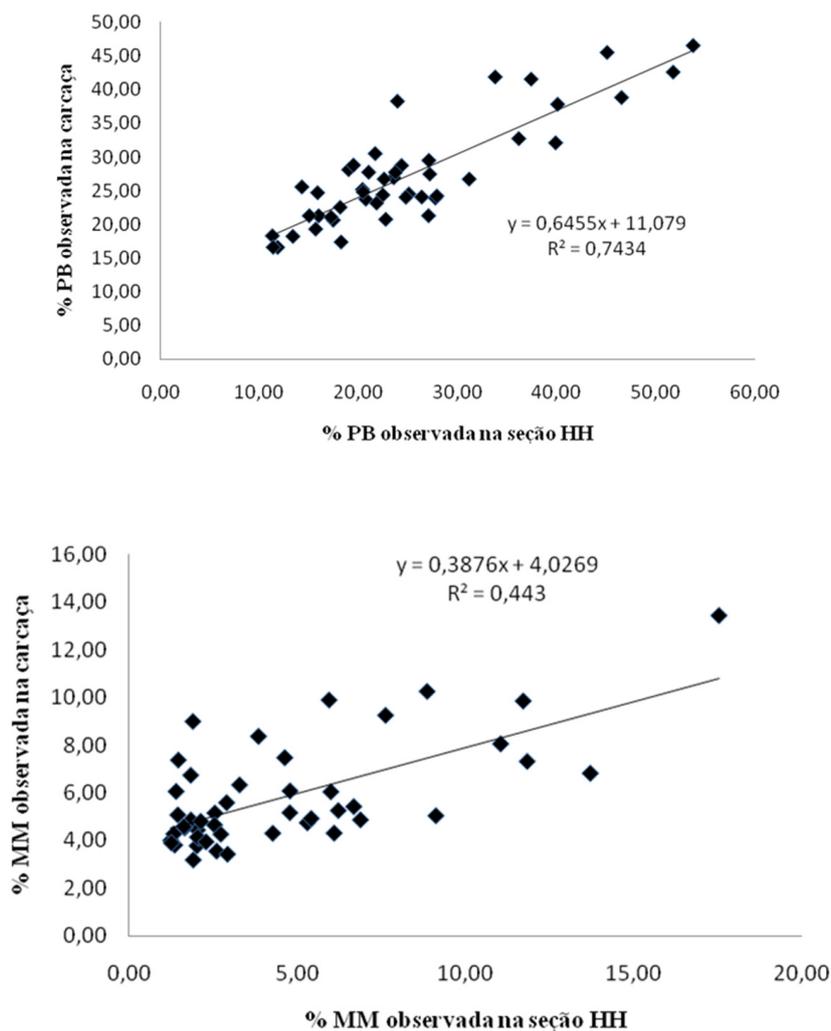
O baixo coeficiente de determinação das equações para estimar a matéria mineral da carcaça e do corpo vazio a partir da seção HH ocorreu devido essa equação ter sido desenvolvida com os dados de 48 animais, número pequeno quando comparado, por exemplo, ao trabalho original de Hankins e Howe (1946), em que as equações foram geradas a partir de dados obtidos de 84 novilhos Aberdeem 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.





Fonte: Fontenele *et al.* (2024).

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

Fonte: Fontenele *et al.* (2024).

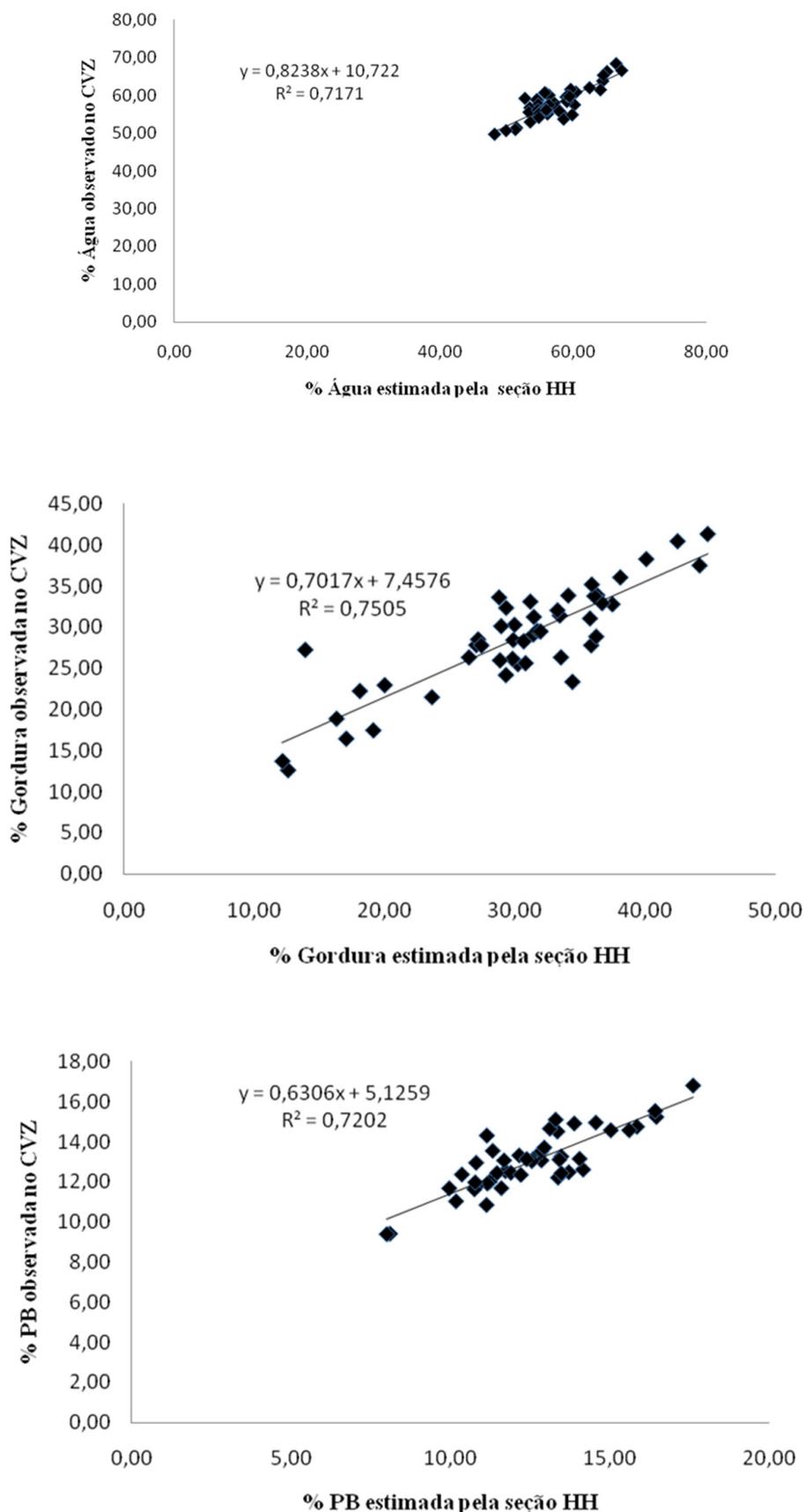
Tabela 5. Relações entre os componentes químicos observados no corpo vazio e estimados por meio da seção HH em cordeiros Somalis Brasileira em crescimento.

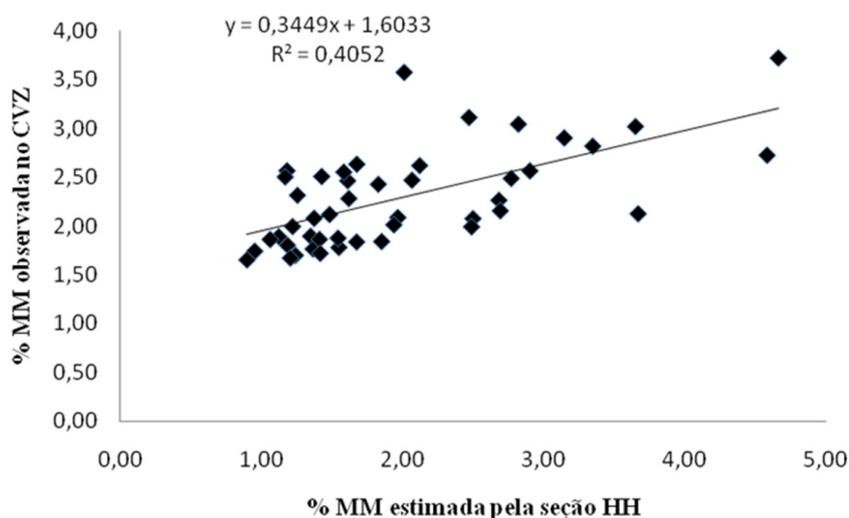
Variáveis	Equação de regressão					
	Intercepto (a)		Coeficiente (b*X)		R ²	r
	Estimativa	Valor P	Estimativa	Valor P		
Água	10,722	0,02	0,823	<0,001	0,71	0,84
Gordura	7,457	<0,001	0,701	<0,001	0,75	0,86
Proteína bruta	5,125	<0,001	0,630	<0,001	0,72	0,84
Matéria mineral	1,603	<0,001	0,344	<0,001	0,40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

Fonte: Fontenele *et al.* (2024).

R²: 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.





Fonte: Fontenele *et al.* (2024).

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 predizer a composição química do corpo vazio em ovinos Somalis Brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALHASSAN, W. S.; BUCHANAN-SMITH, J. G.; USBORNE, W. R.; ASHTON, G. C.; SMITH, G. C. 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.; VIEIRA, P. D.; NARDON, R. F.; DEMARCHI, J. J. A. D.; OTSUK, I. P. 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.; NADE, T.; MITSUHASHI, T.; SASAKI, Y. 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.; SILVA, J. F. C; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; FERREIRO, M. A.; OLIVEIRA, S. R.; PAULINO, P. V. 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.

COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS DE MACROMINERAIS DE CORDEIROS DA RAÇA SOMALIS BRASILEIRA

Francisco Wellington Rodrigues Lima¹;

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Valença do Piauí, PI.

<http://lattes.cnpq.br/9548341939475049>

Rebeca Magda da Silva Aquino²;

Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE.

<http://lattes.cnpq.br/3080588114220271>

Paulo César Lopes de Arruda³;

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Piri-piri, PI.

<http://lattes.cnpq.br/9588390189130688>

Anna Beatriz Rêgo do Carmo⁴;

Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE.

<http://lattes.cnpq.br/6810974258471510>

Rildson Melo Fontenele⁵.

Faculdade de Tecnologia CENTEC - FATEC CARIRI (FATEC Cariri), Juazeiro do Norte, CE.

<http://lattes.cnpq.br/9114260410299837>

RESUMO: Objetivou-se estimar as exigências líquidas de cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na) e potássio (K) para cordeiros Somális Brasileira. Utilizaram-se 48 cordeiros, machos, não-castrados, com peso corporal (PC) inicial médio de 13,47±1,76 kg e aproximadamente 50 dias de idade. Os animais foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos e oito repetições. Os tratamentos consistiram em dietas contendo níveis crescentes de EM (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg MS). Quando PC médio dos animais em um tratamento atingiu 28 kg, todos os animais foram abatidos. O trato gastrointestinal limpo, órgãos, carcaça, cabeça, couro, cauda, pés e tecidos foram pesados para determinar peso de corpo vazio (PCVZ), sendo moídos separadamente e amostrados para análises químicas. Gerou-se equações de regressão entre o logaritmo do conteúdo de macrominerais e logaritmo do PCVZ. Derivação dessas equações permitiu estimar o teor de macrominerais no ganho de PCVZ e exigência líquida para ganho de PCVZ. Posteriormente foi convertido em exigência líquida de ganho de PC. Composição corporal de macrominerais variou de 6,45 a 6,34 g de Ca; 4,32 a 3,60 g de P; 0,20 a 0,19 g

de Mg; 1,12 a 1,05 g de Na e 1,74 a 1,43 g de K por kg de PCVZ, para 15 a 30 kg de PC. Exigências líquidas de macrominerais para ganho foram 5,22 g de Ca; 2,77 de P; 0,15 g de Mg; 0,84 g de Na e 1,01 g de K por kg de ganho de PC para 20 kg de PC. Exigências líquidas de manutenção de macrominerais foram 52,50 mg Ca; 27,59 mg P; 1,26 mg Mg; 4,12 mg de Na e K 7,44 mg/kg de PC para animais com 20 kg de PC.

PALAVRAS-CHAVE: Confinamento. Ganho de peso. Manutenção. Minerais. Ovinos.

BODY COMPOSITION AND NUTRITIONAL REQUIREMENTS MACROMINERAL OF SOMALIS BRASILEIRA LAMBS

ABSTRACT: This study estimates the net requirements of calcium (Ca), phosphorus (P), magnesium (Mg), sodium (Na), and potassium (K) for Somalis Brasileira lambs. The animals were non-castrated and 2 months of age, with initial body weights averaging 13.47 ± 1.76 kg (BW). Eight animals were slaughtered at the beginning of the trial as a reference group, in order to estimate initial empty body weight (EBW) and body composition. The remaining animals were distributed in randomized block design with five treatments and eight replications. The treatments consisted of diets containing increasing levels of ME (1.18, 2.07, 2.25, 2.42 and 2.69 Mcal/kg DM). When the average body weight of animals in a treatment reached 28 kg, all experimental animals were slaughtered. The cleaned gastrointestinal tract, organs, carcass, head, hide, tail, feet, and tissues were weighed to determine the empty BW (EBW). These parts were ground separately and subsampled for chemical analyses. Regression equations for the logarithm of macrominerals were fitted on the EBW logarithm. The derivatives of these equations allowed the estimation of the microminerals content of the empty body weight gain (EBWG) and the net requirement for EBWG, were subsequently converted to net requirement for BW. The body composition ranged from 6.45 to 6.34 g Ca, from 4.32 to 3.60 g of P, 0.20 to 0.19 g Mg 1.12 to 1.05 Na, and 1.74 to 1.43 g K per kg EBW, for animals with 15 to 30 kg BW. The net gain requirements was 5.22 g Ca, 2.77 P, 0.15 g of Mg, 0.84 g Na and 1.01 g K per kg gain BW for animals with 20 kg the BW. The net requirements for maintenance were 52.50 mg Ca, P 27.59 mg, 1.26 mg Mg, 4.12 mg of Na and K 7.44 mg/kg BW for animals with 20 kg of BW.

KEY-WORDS: Feedlot. Maintenance. Minerals. Sheep. Weight gain.

INTRODUÇÃO

Apesar de representar apenas 4-5% do peso corporal dos animais, os minerais são de importância vital para os processos metabólicos em vários tecidos, participando da manutenção da pressão osmótica, equilíbrio ácido-base, e permeabilidade celular. Estes são também componentes importantes na formação de hormônios, enzimas, e tecidos, tais como os ossos (Underwood e Suttle, 1999).

A composição corporal do animal é um fator importante para determinar as exigências nutricionais (Araújo *et al.*, 2010; Chizzotti *et al.*, 2009). O corpo dos animais é composto basicamente por água, proteínas, gorduras e minerais, em proporções que variam de acordo com a raça, idade, velocidade de crescimento, sexo e nutrição (Silva *et al.*, 2003; Gonzaga Neto *et al.*, 2005; Resende *et al.*, 2008; Regadas Filho *et al.*, 2011.) e interação com o meio ambiente (McDowell, 1992; NRC 2007).

Tais diferenças podem influenciar a adequação de dietas (Galvani *et al.*, 2009). Dietas desequilibradas em elementos minerais podem resultar em danos para a saúde e produtividade dos animais, uma vez que estes elementos não são sintetizados pelo organismo, devendo ser adequadamente suplementado na dieta (Beede, 1991).

As informações disponíveis sobre a raça Somalis Brasileira ainda são incipientes, e os estudos disponíveis são baseados em cruzamentos para produção de carne. Segundo Souza *et al.* (2011), essa e outras raças locais estão ameaçadas de extinção. O uso de recursos genéticos em sistemas de produção permite a preservação e a expansão dos demais rebanhos. Além disso, essas raças podem ser fontes de genes importantes para programas de melhoramento animal em um futuro próximo.

Assim, este estudo teve como objetivo estimar a composição corporal e as exigências de macrominerais (Ca, P, Mg, K e Na) para a manutenção e ganho de peso de cordeiros da raça Somalis Brasileira alimentados com dietas de diferentes níveis de energia metabolizável.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nas instalações do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará. Foram utilizados 48 cordeiros da raça Somalis Brasileira, machos não-castrados, com peso corporal (PC) inicial médio de $13,47 \pm 1,76$ kg e aproximadamente 50 dias de idade. Inicialmente, os animais foram identificados com brinco, pesados, vermifugados e distribuídos em baias individuais providas de cochos para fornecimento das rações e água à vontade. 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 animais remanescentes. Esses animais foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados com dois blocos e cinco tratamentos, que consistiram de diferentes níveis de energia metabolizável (EM) (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg MS), com oito repetições por tratamento, e alocados em baias individuais providas de comedouro e bebedouro. As rações foram formuladas conforme o NRC (2007) para conterem aproximadamente 16% de proteína bruta e promoverem ganhos de 200 g/dia; exceto para a relação volumoso:concentrado de 100:0, que foi formulada para atender a exigência de manutenção, com 9% de proteína bruta (Tabelas 1 e 2).

As rações foram fornecidas aos animais duas vezes ao dia (08:00 e 16:00 h), permitindo até 20% de sobras. A água foi mantida constantemente à disposição dos animais. Os animais foram pesados semanalmente para monitoramento do ganho médio diário (GMD). Quando o peso corporal médio dos animais de um dos tratamentos atingiu 28 kg, todos os animais experimentais foram abatidos.

Tabela 1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes e dos concentrados utilizados nas dietas experimentais em g/kg.

Nutriente (g/kg MS)	Feno	Soja	Milho	Concentrados			
				1	2	3	4
Matéria seca	920,2	917,9	924,4	919,2	921,2	919,8	919,3
Matéria orgânica	943,7	932,9	979,8	940,7	967,4	967,1	963,8
Proteína bruta	92,5	427,4	79,9	450,8	262,1	214,7	188,8
Extrato etéreo	23,3	22,2	64,8	29,9	50,0	59,9	56,0
Matéria mineral	56,3	67,1	20,2	59,3	32,6	32,9	36,2
Fibra em detergente neutro	791,0	190,0	114,2	169,4	131,6	121,5	121,0
FDNcp	721,8	119,6	94,2	118,1	100,9	91,1	85,0
Fibra em detergente ácido	352,4	104,9	33,7	85,4	57,6	54,9	54,5
Carboidratos totais	827,9	483,3	835,1	460,0	595,7	692,4	705,3
Carboidratos não fibrosos	106,1	363,7	740,9	396,2	517,5	621,6	629,5
Ca	0,49	0,23	0,04	1,97	0,97	2,91	3,48
P	0,22	0,62	0,23	5,39	3,39	3,23	4,38
Mg	0,17	0,32	0,13	2,79	1,85	1,95	1,97
Na	0,12	0,13	0,06	2,73	3,56	4,44	2,73
K	2,04	1,84	0,42	15,51	8,17	7,62	7,33

Fonte: Lima *et al.* (2024).

FDNcp: fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína.

Tabela 2. Ingredientes do concentrado e composição bromatológica das rações experimentais.

Ingrediente	Níveis de EM (Mcal/kg MS)				
	1,18	2,07	2,25	2,42	2,69
Composição do concentrado (g/kg MS)					
Feno de Tifton ¹	100	80	60	40	20
Concentrado ¹	0	20	40	60	80
Milho grão moído	-	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	-	4,0	7,0	9,3	5,0
Premix Mineral ²	-	0,8	0,7	0,7	0,6
Composição bromatológica (g/kg MS)					
Matéria seca	920,2	920,0	920,6	920,0	919,5
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
Fibra em detergente ácido	352,4	299,0	234,5	173,9	114,0
Carboidratos totais	827,9	754,3	735,0	746,6	729,8
Carboidratos não fibrosos	106,1	164,1	270,6	415,4	524,8
Nutrientes digestíveis totais	347,8	576,8	608,8	668,5	745,0
Ca	4,90	4,31	3,33	3,71	3,76
P	2,20	2,84	2,67	2,82	3,94
Mg	1,70	1,92	1,76	1,85	1,91
Na	1,21	1,51	2,15	3,15	2,43
K	20,40	19,42	15,51	12,73	9,95

Fonte: Lima *et al.* (2024).

¹Composição centesimal em relação a porção do concentrado das dietas; ²Composição: Ca 7,5%; P 3%; Fe 16.500 ppm; Mn 9.750 ppm; Zn - 35.000 ppm; I - 1.000; ppm; Se - 225 ppm; Co - 1.000 ppm.

Antes do abate os animais foram submetidos a jejum de sólido e líquido por 18 horas. Após esse tempo, foram novamente pesados para obtenção do peso corporal ao abate (PCA). No momento do abate, os animais foram insensibilizados por atordoamento na região atla-occipital, seguido de sangria por meio da secção das veias carótida e jugular. O sangue foi recolhido em recipiente, pesado e armazenado. O trato gastrointestinal foi pesado cheio, esvaziado e lavado. Após o escorrimento de toda a água, o trato gastrointestinal foi novamente pesado, assim como as demais partes do corpo (carcaça, cabeça, pele, órgãos, patas e cauda). Os componentes individuais do corpo foram pesados separadamente, incluindo órgãos internos (fígado, coração, pulmões + traquéia e língua + esôfago, bexiga, rins, trato reprodutivo e baço), do trato digestório limpo (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso) e gorduras (omental, mesentérica, perirrenal e gordura do coração).

O peso do corpo vazio (PCVZ) foi estimado como sendo a diferença entre o peso corporal ao abate (PCA) e os pesos referentes ao conteúdo do trato gastrointestinal (CTGI), da bexiga (CB) e da vesícula biliar (CVB), em que $PCVZ = PCA - (CTGI + B + VB)$.

Após a amputação da cabeça, patas, cauda e aparelho reprodutivo, as carcaças foram lavadas, sendo pesadas após o escoamento de toda a água para obtenção do peso da carcaça quente (PCQ). Após as pesagens, a meia carcaça direita e todos os componentes não carcaça foram congelados e posteriormente serrados em serra de fita e moídos em cutter. Após homogeneização, uma porção de aproximadamente 500 g de cada amostra foi coletada e armazenada em freezer à -10°C. Posteriormente, 30 g de cada amostra corporal foram liofilizadas por 48 horas em um liofilizador no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Posteriormente, as amostras foram moídas em moinho de bola e acondicionadas em recipiente hermeticamente fechado para posteriores análises químicas.

Amostras compostas do feno, concentrados e sobras, foram pré-secas em estufa de ventilação forçada até peso constante. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho de faca com tela de um milímetro de diâmetro (moinho Wiley, Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA, EUA). As amostras foram analisadas para os teores 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). As análises de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas segundo Van Soest, Robertson e Lewis (1991). Os teores de carboidratos totais (CT) foram calculados segundo a equação de Sniffen *et al.* (1992): $CT (\%) = 100 - (\% PB + \% EE + \% \text{ de cinzas})$. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados segundo a equação adaptada de Weiss (1999): $CNF (\%) = 100 - (\% PB + \% FDN_{cp} + \% EE + \% \text{ de cinzas})$. Para os concentrados, devido à presença de ureia na sua constituição, o teor de CNF foi calculado a partir da equação adaptada por Hall (2000): $CNF = 100 - [(\% PB - \% PB \text{ derivado de ureia} + \% \text{ da ureia}) + \% FDN_{cp} + \% EE + \% \text{ de cinzas}]$. Para determinação da composição mineral dos ingredientes, rações, sobras e amostras do corpo do animal foram preparadas soluções minerais por via úmida. Após as devidas diluições, o Ca e Mg foram determinados em espectrofotômetro de absorção atômica (Método 968.08; AOAC, 2000). O Na e K foram determinados em espectrofotômetro de chama (Método 985.35, AOAC, 2000), enquanto o P foi determinado por colorimetria (Método 965.17, AOAC, 2000).

Para determinar a energia metabolizável (EM) das dietas foi realizado um ensaio de digestibilidade. Como indicador interno utilizou-se a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) para estimar a excreção diária de matéria seca fecal. As amostras de fezes foram coletadas diretamente da ampola retal a cada 15 dias, por três dias consecutivos: às 8:00 no primeiro dia, às 12:00 no segundo dia e às 16:00 no terceiro dia. As amostras de fezes, alimentos (feno de capim-Tifton 85 e concentrados) e sobras foram submetidas à pré-secagem, em seguida, foram moídas em moinho com peneira de 1 mm. 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, conforme descrito por Casali *et al.* (2008). Quando retirados do rúmen, os sacos de náilon foram lavados em água corrente até total clareamento da água. Posteriormente, foram submersas em solução de detergente neutro a 100°C durante uma hora (Van Soest e Robertson, 1985). Em seguida foram lavadas com água fervente e depois com acetona. Para completa secagem, os sacos foram colocados em estufa de ventilação forçada a 55°C, durante 24 horas, depois foram pesados e o resíduo foi considerado como sendo a fração de FDNi.

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

A quantidade dos minerais retidos no corpo do animal foi determinada em função da concentração destes elementos nas amostras analisadas. A partir destes dados, foram obtidas equações de regressão para a composição corporal. Para estimar o conteúdo de minerais por quilograma de corpo vazio, adotou-se a equação alométrica logaritmizada, preconizada pelo ARC (1980):

$$\text{Log } y = a + b \log x$$

Em que: Log y = logaritmo do conteúdo total do mineral no corpo vazio (g); a = intercepto; b = coeficiente de regressão do conteúdo do mineral em função do PCVZ; log x = logaritmo do PCVZ (kg).

A composição do ganho em peso foi determinada por meio da diferença entre o total de cada mineral no corpo vazio dos animais abatidos ao final do experimento, em relação ao total de cada mineral no corpo vazio dos animais referência (ARC, 1980).

As exigências líquidas de macrominerais para ganho de PCVZ foram obtidas derivando-se a equação alométrica logaritmizada do conteúdo corporal do mineral, em função do logaritmo do PCV, obtendo-se a equação:

$$Y' = b \cdot 10a \cdot x^{(b-1)}$$

Em que: Y' = exigência líquida de ganho do mineral (g); a = intercepto da equação de predição do conteúdo corporal do mineral; b = coeficiente de regressão da equação de predição do conteúdo corporal do mineral; x = PCVZ (kg).

Para a conversão da exigência líquida de ganho de PCVZ em exigência líquida de ganho de PC, utilizou-se o fator obtido pela relação de PC/PCVZ.

As exigências de minerais para manutenção foram obtidas através da análise de regressão linear dos minerais retidos (Ca, P, Mg, K e Na, g/kg PCVZ) em função da ingestão de minerais (g/kg PCVZ) segundo Lofgreen e Garrett (1968). O intercepto da regressão foi tomado como as perdas endógenas e metabólicas dos minerais, considerado como a exigência líquida de manutenção.

O modelo matemático adotado foi: $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + e_{ij}$, onde Y_{ij} = valor observado na parcela que recebeu o tratamento i no bloco j ; μ = média geral da população; α_i = efeito do tratamento $i = 1, 2, 3, 4, 5$; β_j = efeito do bloco $j = 1, 2$; e_{ij} = erro aleatório.

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ganho médio diário (GMD) e o consumo de matéria seca (CMS) aumentaram linearmente com o aumento da concentração da energia metabolizável na dieta: GMD (g/dia) = 72,219 + 56,268 EM ($R^2=0,629$); CMS (g/dia) = 391,457 + 81,293 EM ($R^2= 0,354$) (Tabela 3).

Tabela 3. Consumo e desempenho de ovinos da raça Somális Brasileira.

Item	Referência	Nível de EM na dieta (Mcal/kg MS)					EPM ^l	P-Valor	
		1,18	2,07	2,25	2,42	2,69		L	Q
DA ^a	-	-	104	103	101	102	-	-	-
PCI ^b	13,53	12,44	13,82	13,70	13,60	13,69	-	-	-
PCF ^c	13,53	15,73	21,70	24,23	28,71	26,49	-	-	-
CPA ^d	13,00	15,14	20,96	23,68	28,10	25,99	-	-	-
PCVZ ^e	10,44	11,53	17,09	20,30	24,54	22,89	-	-	-
GMD ^f	-	34,23	73,74	101,24	150,84	126,49	22,72	<0,001	<0,001
CMS ^g	-	390,52	549,45	695,00	762,15	636,83	22,18	<0,001	0,033
CCa ^h	-	2,06	2,63	2,35	3,12	2,09	0,10	0,250	0,055
CP ⁱ	-	0,89	1,74	1,99	2,41	2,65	0,11	<0,001	<0,001
CMg ^j	-	0,58	1,02	1,05	1,50	1,25	0,06	<0,001	<0,001
CNa ^l	-	0,21	0,60	1,06	2,20	1,06	0,11	<0,001	<0,001
CK ^m	-	9,59	11,39	10,60	10,10	6,06	0,41	0,073	<0,001

Fonte: Lima *et al.* (2024).

^aDA: dias para abate; ^bPCI (kg): peso corporal inicial; ^cPCF (kg): peso corporal final; ^dPCA (kg): peso corporal ao abate; ^ePCVZ (kg): peso de corpo vazio; ^fGMD (g/dia): ganho médio diário; ^gCMS (g/dia): consumo de matéria seca; ^hCCa (g/dia): consumo de cálcio; ⁱCP (g/dia): consumo de fósforo; ^jCMg (g/dia): consumo de magnésio; ^lCNa (g/dia): consumo de sódio; ^mCK (g/dia): consumo de potássio; ^lEPM: erro padrão da média.

O aumento da densidade energética da dieta promoveu maior GMD, resultando em peso corporal final superior dos animais que receberam dietas com maior nível energético. Este comportamento deve-se ao maior aporte de nutrientes nas dietas com maiores níveis de concentrado, bem como da maior digestibilidade dessas, uma vez que há redução no teor de FDN.

A ingestão do fósforo, magnésio e sódio aumentaram de forma linear, devido às maiores quantidades destes minerais no concentrado: P (g/dia) = $-0,573 + 1,184 \text{ EM}$ ($R^2 = 0,678$); Mg (g/dia) = $-0,032 + 0,525 \text{ EM}$ ($R^2 = 0,493$); Na (g/dia) = $-0,840 + 0,882 \text{ EM}$ ($R^2 = 0,377$). O K mostrou resposta quadrática: K (g/dia) = $-11,229 + 26,249 \text{ EM} - 7,326 \text{ EM}^2$ ($R^2 = 0,502$), apresentando o ponto máximo em 1,76 Mcal/kg MS. O cálcio não teve efeito significativo ($P = 0,2509$).

Houve aumento linear da concentração de gordura corporal ($P < 0,005$) com o aumento dos níveis de energia metabolizável na dieta e, concomitante, redução linear do conteúdo corporal de água ($P = 0,006$) (Tabela 4). No entanto, não houve efeito dos níveis energéticos das dietas sobre o conteúdo corporal de proteína ou macrominerais.

Tabela 4. Composição corporal de ovinos da raça Somális Brasileira.

Item	Referência	Nível de EM na dieta (Mcal/kg MS)					EPM	P-valor	
		1,18	2,07	2,25	2,42	2,69		L	Q
Água (%)	58,63	59,13	55,91	56,12	52,43	55,67	0,539	0,006	0,016
Gordura (%)	15,88	17,66	20,25	21,29	26,17	21,56	0,654	0,005	0,020
Proteína (%)	18,90	18,67	19,65	19,05	19,02	18,92	0,307	0,794	0,704
Cálcio (%)	0,948	0,576	0,768	0,768	0,709	0,677	0,028	0,172	0,060
Fósforo (%)	0,427	0,415	0,430	0,410	0,405	0,391	0,014	0,599	0,691
Magnésio (%)	0,023	0,020	0,022	0,022	0,022	0,022	0,001	0,136	0,228
Sódio (%)	0,108	0,094	0,106	0,105	0,107	0,102	0,002	0,206	0,265
Potássio (%)	0,153	0,135	0,153	0,150	0,152	0,141	0,003	0,368	0,232

Fonte: Lima *et al.* (2024).

EPM: erro padrão da média.

O teor de gordura no corpo do animal é influenciado pela idade, peso corporal, dieta e classe sexual (AFRC, 1991; Sanz Sampelayo *et al.*, 2003), como os animais pertenciam à mesma raça, classe sexual e começaram o período experimental com peso semelhante, estas diferenças no conteúdo corporal da gordura podem ser atribuídas às dietas. Segundo Regadas Filho *et al.* (2013), animais precoces tendem a ter maior deposição de gordura em relação a animais de maturação tardia, podendo influenciar as exigências nutricionais. Esta rápida deposição é de grande importância para os animais da raça Somalis Brasileira, uma vez que estes animais foram selecionados em região semiárida, onde se caracteriza por escassez de alimentos durante parte do ano.

O conteúdo corporal de gordura nesse estudo foi superior ao reportado por outros autores trabalhando com ovinos deslançados (Gonzaga Neto *et al.*, 2005; Cabral *et al.*, 2008). Esta diferença pode ser atribuída às diferenças raciais e dietéticas, uma vez que no presente estudo utilizou-se ovinos da raça Somalis Brasileira, caracterizados por acumular de gordura como reserva energética, e a dieta teve aumento dos seus níveis energéticos.

A composição corporal do ganho de peso varia com o aumento do peso corporal e influências dietéticas. A redução no conteúdo de água no corpo dos animais pode ser explicada pelo aumento do conteúdo corporal de gordura, uma vez que estes componentes são inversamente correlacionados (Walker, 1986).

A partir dos dados de composição corporal, foram determinadas equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de minerais em função do logaritmo do PCVZ. Os coeficientes de determinação das equações de regressão obtidos com os dados deste trabalho, de modo geral, mostraram bom ajuste das equações aos dados (Tabela 5).

Tabela 5. Equações alométricas para estimativa da composição corporal (g/kg PCVZ) de ovinos da raça Somalis Brasileira.

Variável	Equação de regressão	R ²	EPM	P-Valor
PCVZ (kg)	PCVZ = -3,048 + 0,956 PC	0,98	0,022	<0,001
Ca (g)	Log Ca = 0,833 + 0,978 Log PCVZ	0,54	0,029	<0,001
P (g)	Log P = 0,870 + 0,777 Log PCVZ	0,75	0,021	<0,001
Mg (g)	Log Mg = -0,638 + 0,945 Log PCVZ	0,72	0,022	<0,001
Na (g)	Log Na = 0,124 + 0,928 Log PCVZ	0,85	0,022	<0,001
K (g)	Log K = 0,490 + 0,763 Log PCVZ	0,81	0,018	<0,001

Fonte: Lima *et al.* (2024).

PCVZ: peso de corpo vazio; R²: coeficientes de determinação; EPM: erro padrão da média.

Observou-se decréscimo no conteúdo corporal de macrominerais (g/kg PCVZ) com o aumento do PC (Tabela 6). Este comportamento também é descrito pelo AFRC (1991), que reporta redução na deposição de minerais no ganho de peso como aumento do PC e aproximação da maturidade sexual, devido principalmente ao aumento do tecido adiposo e redução na proporção dos tecidos ósseo e muscular no corpo animal.

Tabela 6. Estimativa de concentração de macrominerais em função do PCVZ em ovinos da raça Somalis Brasileira.

PC (kg)	PCVZ (kg)	Ca (g/kg)	P (g/kg)	Mg (g/kg)	Na (g/kg)	K (g/kg)
15	11,29	6,45	4,32	0,20	1,12	1,74
20	16,07	6,40	3,99	0,20	1,09	1,60
25	20,85	6,37	3,77	0,19	1,07	1,50
30	25,63	6,34	3,60	0,19	1,05	1,43

Fonte: Lima *et al.* (2024).

PC: peso corporal; PCVZ: peso corporal vazio.

Segundo Paulino *et al.* (2004), o tecido adiposo contém baixa quantidade de minerais em sua composição, existindo uma relação inversa entre a deposição de gordura e deposição de minerais no corpo dos animais. Assim, fatores que influenciam a deposição de gordura no ganho também influenciam a deposição de minerais, destacando-se o sexo, grupo genético, idade e peso corporal (NRC 2007; Resende *et al.*, 2008).

O ARC (1980) considera a concentração de minerais no conteúdo corporal constante e independente do aumento do PC, preconizando concentração de 11,0; 6,0 e 0,41 g por kg PCVZ para Ca, P e Mg, respectivamente. Porém, para que a composição corporal seja constante durante o crescimento, é necessário que os tecidos adiposo, ósseo e muscular cresçam na mesma proporção, o que não acontece no crescimento animal (Lawrence e Fowler, 2002). O conteúdo corporal de macrominerais (g/kg PCVZ) relatados neste estudo foram inferiores aos preconizados pelo ARC (1980), e apresentou redução com o aumento do peso corporal. Este comportamento também foi relatado por outros autores trabalhando com ovinos deslanados (Gonzaga Neto *et al.*, 2005; Cabral *et al.*, 2008).

Os macroelementos Ca e P são os principais constituintes dos ossos e dentes dos animais, que contêm juntos, aproximadamente 98 e 85% do conteúdo corporal desses minerais, respectivamente (McDowell, 1992). A absorção do Ca e do P é afetada pela relação entre esses dois elementos no corpo do animal. Assim, é importante que seja mantido um equilíbrio no conteúdo corporal desses minerais. Nesse estudo a relação Ca:P média observada no corpo dos animais foi de 1,69, valor próximo ao preconizado pelo AFRC (1991), que varia de 1,71 a 1,76, e inferior ao preconizado pelo ARC (1980) que é de 1,80.

O Mg está estreitamente associado ao Ca e P na distribuição no corpo e no metabolismo. O esqueleto contém 65 a 70% deste elemento, enquanto 30 a 35% encontram-se no tecido muscular e tecidos moles (AFRC, 1991; McDowell, 1992). Assim, a redução na concentração corporal de Ca, P e Mg pode ser atribuída à redução na proporção do tecido ósseo no corpo dos animais, em detrimento à maior deposição de tecido adiposo.

Segundo Ahmed *et al.* (2000) as concentrações de Na normalmente diminuem com a idade, em parte devido à diminuição no conteúdo extracelular que ocorre entre o nascimento e puberdade, já que o Na é o principal cátion do fluido extracelular. Já a redução do K pode ser atribuída à redução da proporção corporal do tecido muscular e da pele, já que a maior parte desse elemento se encontra nesses tecidos (McDowell, 1992). Dessa forma, as concentrações de Na e K para cordeiros Somalis Brasileira neste estudo foram próximas às relatada pelo ARC (1980), que é de 1,10 e 1,80 g por kg PCVZ, respectivamente.

Gonzaga Neto *et al.* (2005), trabalhando com cordeiros Morada Nova em crescimento, relataram concentrações superiores de Ca, P, Mg, Na e K, com valores variando de 14,33 a 12,42; 8,12 a 7,15; 0,47 a 0,46; 1,60 a 1,40; 2,30 a 2,23 g por kg de PCVZ, respectivamente, para animais com PC variando de 15 a 25 Kg.

Similarmente ao conteúdo de mineral no corpo vazio, o conteúdo de mineral no ganho apresentou redução com o aumento do PC (Tabela 7). Comportamento semelhante foi observado por outros autores trabalhando com ovinos deslançados (Geraseev *et al.*, 2000a; Geraseev *et al.*, 2000b; Gonzaga Neto *et al.*, 2005; Cabral *et al.*, 2008).

Tabela 7. Equações de predição para o ganho e quantidade de macrominerais depositada por quilograma de ganho de PCVZ em ovinos da raça Somalis Brasileira.

Item	Equação de predição	PC (kg)			
		15	20	25	30
Ca (g)	Ca= 6,6579*PCVZ ^{-0,022}	6,31	6,26	6,23	6,20
P (g)	P= 5,7600*PCVZ ^{-0,223}	3,35	3,10	2,93	2,79
Mg (g)	Mg= 0,2175*PCVZ ^{-0,055}	0,19	0,19	0,18	0,18
Na (g)	Na= 1,2347*PCVZ ^{-0,072}	1,04	1,01	0,99	0,98
K (g)	K= 2,3579*PCVZ ^{-0,237}	1,33	1,22	1,15	1,09

Fonte: Lima *et al.* (2024).

PC: peso corporal; PCVZ: peso de corpo vazio.

Segundo o ARC (1980) a deposição de minerais no ganho (g/Kg de PCVZ) é constante, preconizando valores de 11,0; 6,0; 0,41; 1,10 e 1,80 g para Ca, P, Mg, Na e K respectivamente, valores superiores aos encontrados no presente estudo.

Para determinar as exigências líquidas de minerais para ganho de PC (Tabela 8), os dados de composição do ganho de peso foram divididos pelo fator de correção gerado a partir da relação entre o PC/PCVZ, que foi 1,21. Esse valor foi superior ao sugerido pelo ARC (1980) de 1,10 e próximo ao relatado por Gonzaga Neto *et al.* (2005) de 1,26.

Segundo Araújo *et al.* (2010) as exigências de minerais variam com PC e ganho de peso. As exigências líquidas para ganho de peso encontradas nesse estudo aumentaram com o aumento de GMD, confirmando que maiores taxas de ganho de peso aumentam os requerimentos de minerais. De forma contrária, o aumento do PC provocou redução dos requerimentos de minerais. Segundo o AFRC (1991) esta redução deve-se à maior deposição de tecido adiposo em contraste à menor deposição de tecido ósseo e muscular à medida que o animal torna-se adulto e aproxima-se da maturidade sexual.

Tabela 8. Exigência líquida de macrominerais para ganho de peso de ovinos da raça Somalis Brasileira.

PC (kg)	GMD (g/dia)	Exigência líquida de macrominerais (g/dia)				
		Ca	P	Mg	Na	K
15	100	0,522	0,277	0,016	0,086	0,110
	150	0,763	0,416	0,024	0,129	0,165
	200	1,044	0,555	0,031	0,171	0,219
20	100	0,518	0,256	0,015	0,084	0,101
	150	0,777	0,385	0,023	0,125	0,151
	200	1,036	0,513	0,031	0,167	0,202
25	100	0,511	0,242	0,015	0,082	0,095
	150	0,772	0,363	0,023	0,123	0,142
	200	1,030	0,484	0,030	0,164	0,190
30	100	0,513	0,231	0,015	0,081	0,090
	150	0,769	0,347	0,023	0,121	0,136
	200	1,025	0,462	0,030	0,162	0,181

Fonte: Lima *et al.* (2024).

PC: peso corporal; GMD: ganho médio diário.

O AFRC (1991) preconiza exigências líquidas de ganho de Ca e P de 10,6 e 6,2 g/kg de PC, valores superiores aos encontrados nesse estudo. Este fato mostra que é necessário ter cautela ao utilizar as exigências nutricionais preconizadas por esse comitê para animais em condições tropicais.

Em relação aos trabalhos realizados no Brasil, observa-se uma grande variação nas exigências nutricionais de minerais, uma vez que esses dados são provenientes de estudos com uma grande variedade de genótipos e condições ambientais. Gonzaga Neto *et al.* (2005) em estudo com cordeiros Morada Nova, relataram valores de exigências líquidas de ganho de 12,5; 7,4; 0,6; 1,4 e 2,7 g/kg de PC para Ca, P, Mg, Na e K, respectivamente, para animais com 20 kg de PC. Cabral *et al.* (2008) em estudo para determinação de exigências nutricionais de ovinos Santa Inês em pastejo no semiárido, reportaram valores de 10,2 e 3,6 g/kg de PC para Ca e P. Enquanto Geraseev *et al.* (2000b) trabalhando com ovinos Santa Inês com 15 a 25 kg de PC, relataram exigências líquidas de 0,5; 1,2 e 2,3 g/kg de PC para Mg, Na e K.

As exigências líquidas de manutenção foram calculadas através da regressão do mineral retido em função de seu consumo (Tabela 9). Este inclui os minerais necessários para manter intactos os tecidos de um animal que não está crescendo, trabalhando ou produzindo qualquer produto (NRC, 2000). No presente estudo, as exigências de manutenção de Ca e P foram 1,05 e 0,55 g/dia para animais com 20 kg PC, estes valores foram superiores e inferiores, respectivamente, aos recomendados pelo NRC (2007), de 0,67 e 0,59 g/dia. As exigências de manutenção de Mg, Na e K foram de 0,025; 0,082 e 0,162 g/dia, respectivamente. NRC (2007) recomenda 0,060; 0,216 e 2,624 g/dia, para o Mg, Na e K,

respectivamente, valores superiores aos encontrados neste estudo.

Tabela 9. Equações de regressão para estimar as exigências líquidas de manutenção de macrominerais.

	Equações	R ²	P-Valor	EPM	mg/kg PC
Ca	Ca Ret.= 0,0635 (0,009) - 0,3892 (0,067) Ca Ing.	0,53	<0,001	0,003	52,50
P	P Ret.= -0,0333 (0,010) + 0,4576 (0,106) P Ing.	0,42	<0,001	0,001	27,59
Mg	Mg Ret.= 0,00152 (0,001) - 0,0166 (0,003) Mg Ing.	0,54	<0,001	0,001	1,26
Na	Na Ret.= 0,0049 (0,001) + 0,5734 (0,010) Na Ing.	0,52	<0,001	0,003	4,12
K	K Ret.= 0,0098 (0,001) - 0,0109 (0,001) K Ing.	0,64	<0,001	0,001	7,44

Fonte: Lima *et al.* (2024).

Ret: retido, g/kg PCVZ; Ing: ingerido, g/kg PCVZ; R²: coeficientes de determinação; EPM: erro padrão da média.

A exigência de manutenção é influenciada pelas condições fisiológicas, idade, sexo, atividade física e temperatura (NRC, 2000; NRC, 2007), assim as diferenças encontradas nesse trabalho podem ser atribuídas a esses fatores.

Fernandes *et al.* (2012) trabalhando com caprinos da raça Boer, relataram exigências líquidas de manutenção de Ca, P, Mg e K inferiores aos relatados no presente estudo, enquanto a exigência de Na foi superior. Estas diferenças podem ser atribuídas a diferenças entre a espécie ovina e caprina. A menor exigência de manutenção de P para caprinos pode ser explicado por uma melhor reciclagem de P através da saliva (Tisserand e Alrhamoun, 1998). Outros fatores que podem provocar diferenças nas exigências entre essas duas espécies são a maior relação osso:músculo e deposição mais lenta de Ca em caprinos (AFRC, 1998; Kessler, 1991).

CONCLUSÃO

A composição corporal de macrominerais variou de 6,45 a 6,34 g de Ca; 4,32 a 3,60 g de P; 0,20 a 0,19 g de Mg; 1,12 a 1,05 g de Na e 1,74 a 1,43 g de K por kg de PCVZ, para animais com 15 a 30 kg de PC.

As exigências líquidas de macrominerais para ganho foram 5,22 g de Ca; 2,77 g de P; 0,15 g de Mg; 0,84 g de Na e 1,01 g de K por kg de ganho de PC para animais com 20 kg de PC.

Por fim, as exigências líquidas de manutenção de macrominerais foram 52,50 mg Ca; 27,59 mg P; 1,26 mg Mg; 4,12 mg de Na e K 7,44 mg/kg de PC para animais com 20 kg de PC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Technical committee on responses to nutrients. A reappraisal of the calcium and phosphorus requirements of sheep and cattle.** Report 6. Nutrition Abstracts and Reviews. Série B, v. 61, n. 9, p. 573-612, 1991.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **The Nutrition of Goat.** Report 10. CAB International, Wallingford, UK. 1998.

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

AHMED, M. M.; SIHAM, A. K.; BARRI, E. U. Macromineral profile in the plasma of Nubian goats as affected by the physiological state. **Small Ruminant Research**, v. 38, p. 249-254. 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY – AOAC. **Official methods of analysis.** 15th. Arlington: AOAC International, 1990.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY – AOAC. **Official Methods of Analysis**, 17th. Gaithersburg. 2000.

ARAUJO, M. J.; MEDEIROS, A. N.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; COSTA, R. G.; MARQUES, C. A. T.; RESENDE, K. T.; MELO, G. M. P. Mineral requirements for growth of Moxotó goats grazing in the semi-arid region of Brazil. **Small Ruminant Research**, v. 93, p. 1–9. 2010.

BEEDE, D. K. Mineral and water nutrition in dairy nutrition management. **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, Philadelphia, v. 7, n. 2, p. 373-390, 1991.

CABRAL, P. K. A.; SILVA, A. M. A.; SANTOS, E. M. J.; MARQUES, K. B.; GONZAGA NETO, S.; PEREIRA FILHO, J. M. Composição corporal e exigências nutricionais em cálcio e fósforo de cordeiros Santa Inês em pastejo no semi-árido. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, n. 1, p. 59-65, 2008.

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.

CHIZZOTTI, M. L.; VALADARES FILHO, S. C.; TEDESCHI, L. O.; PAULINO, P. V. R.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; AMARAL, P.; BENEDETI, P. D. B.; RODRIGUES, T. I.; FONSECA, M. A. Net requirements of calcium, magnesium, sodium, phosphorus, and potassium for growth of Nellore×Red Angus bulls, steers, and heifers. **Livestock Science**, v. 124, n. 1, p. 242-247, 2009.

HALL, M. B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain**

non-protein nitrogen. Gainesville: University of Florida, 2000.

FERNANDES, M. H. M. R.; RESENDE, K. T.; TEDESCHI, L. O.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; FERNANDES JUNIOR, J. S. Macromineral requirements for the maintenance and growth of Boer crossbred kids. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 1–9, 2012.

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.

GERASEEV, L. C.; OLALQUIAGA-PEREZ, J. R.; RESENDE, K. T.; SILVA FILHO, J. C.; BONAGURIO, S. Composição Corporal e exigências nutricionais em cálcio e fósforo para ganho e manutenção de cordeiros Santa Inês dos 15 kg aos 25 kg de Peso Vivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 261-268, 2000a.

GERASEEV, L. C.; OLALQUIAGA-PEREZ, J. R.; SANTOS, C. L.; RESENDE, K. T.; TEIXEIRA, J. C.; SILVA, R. H. GERASEEV, L. C. *et al.* Composição corporal e exigências nutricionais de magnésio, potássio e sódio de cordeiros Santa Inês em crescimento dos 15 kg aos 25 kg de Peso Vivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 2338-2346, (Suplemento 2), 2000b.

GONZAGA NETO, S.; SILVA SOBRINHO, A. G.; RESENDE, K. T.; ZEOLA, N. M. B. L.; SILVA, A. M. A.; MARQUES, C. A. T.; ROMBOLA, L. G. Composição corporal e exigências nutricionais de macrominerais para cordeiros Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2133-2142, 2005.

KESSLER, J., 1991. Mineral nutrition of goats. **Goat Nutrition**. 46, 104–119.

LAWRENCE, T. L. J.; FOWLER, V. R. **Growth of Farm Animals**, second edition. CAB International, Wallingford, 347 pp. 2002.

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

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7nd ed. Washington, D. C.: National Academy Press, 2000.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington, D. C.: National Academy Press, 2007.

PAULINO, P. V. R.; COSTA, M. A. L.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; MAGALHÃES, K. A.; PORTO, M. O.; BARONI, C. E. S. Exigências Nutricionais de Zebuínos: Minerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 770-780. 2004.

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, 2011.

REGADAS FILHO, J. G. L.; PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; SELAIVE-VILLARROEL, A. B.; MEDEIROS, A. N.; FONTENELE, R. M. Body composition and net energy requirements for Santa Ines lambs. **Small Ruminant Research**, v. 109, n.2, p. 107-112, 2013.

RESENDE, K. T.; SILVA, H. G. O.; LIMA, L. D.; TEIXEIRA, I. A. M. A. Avaliação das exigências nutricionais de pequenos ruminantes pelos sistemas de alimentação recentemente publicados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 161–177, 2008.

SANZ SAMPELAYO, M. R.; ALLEGRETTI, L.; EXTREMERA, F. G.; BOZA, J. Growth, body composition and energy utilization in pre-ruminant goat kids. Effect of dry matter concentration in the milk replacer and animal age. **Small Ruminant Research**, v. 49, p. 61–67. 2003.

SAS INSTITUTE INC. **Statistical analysis system for windows**. Release 9.1. Cary: SAS Institute, 2003.

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

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; RAPOSA, 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, p. 3562-3577, 1992.

TISSERAND, J. L.; ALRHAMOUN, W. Comparaison du recyclage de l'urée sanguine chez les ovins et les caprins. **Rencontres Recherches Ruminants**, v. 5, p. 221. 1998.

UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N. F. **Mineral nutrition of livestock**. 3th. London: CAB International, 1999. 614 p.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University, 202 p. 1985.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and no starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

WALKER, D. M. Body Composition of animals during sucking and the immediate post-weaning period. In: **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 45, p. 81–89. 1986.

WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: **Cornell Nutrition Conference Feed Manufactures**, 61th Proceedings, Cornell University, Ithaca, pp. 176–185. 1999.

COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS DE MICROMINERAIS DE CORDEIROS DA RAÇA SOMALIS BRASILEIRA

Francisco Wellington Rodrigues Lima¹;

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Valença do Piauí, PI.

<http://lattes.cnpq.br/9548341939475049>

Rebeca Magda da Silva Aquino²;

Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE.

<http://lattes.cnpq.br/3080588114220271>

Paulo César Lopes de Arruda³;

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), Piri-piri, PI.

<http://lattes.cnpq.br/9588390189130688>

Anna Beatriz Rêgo do Carmo⁴;

Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza, CE.

<http://lattes.cnpq.br/6810974258471510>

Rildson Melo Fontenele⁵.

Faculdade de Tecnologia CENTEC - FATEC CARIRI (FATEC Cariri), Juazeiro do Norte, CE.

<http://lattes.cnpq.br/9114260410299837>

RESUMO: Objetivou-se com o presente estudo estimar as exigências líquidas de zinco (Zn), ferro (Fe), Manganês (Mn) e cobre (Cu) para cordeiros da raça Somális Brasileira. Foram utilizados quarenta e oito cordeiros, machos, não-castrados, com peso corporal (PC) inicial médio de $13,47 \pm 1,76$ kg e aproximadamente 50 dias de idade. Oito animais foram abatidos no início do experimento para serem utilizados como grupo referência, com o objetivo de estimar o peso de corpo vazio inicial (PCVZ) e composição corporal inicial. Os animais remanescentes foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos e oito repetições. Os tratamentos consistiram em dietas contendo níveis crescentes de EM (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg MS). Quando o PC médio dos animais em um tratamento atingiu 28 kg, todos os animais experimentais foram abatidos. O trato gastrointestinal limpo, órgãos, carcaça, cabeça, couro, cauda, pés e tecidos foram pesados para determinar o peso de corpo vazio (PCVZ). Esses componentes foram moídos separadamente e amostrados para análises químicas. Foram geradas equações de regressão entre o logaritmo do conteúdo de macrominerais e o logaritmo do PCVZ. A

derivação dessas equações permitiu a estimativa do teor de microminerais no ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) e a exigência líquida para ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ), e posteriormente foi convertido em exigência líquida de ganho de peso corporal. A composição corporal variou de 20,19 a 16,82 mg de Zn; 56,23 a 48,12 mg de Fe; 1,20 a 0,99 mg de Mn; 1,31 a 1,03 mg de Cu por kg de PCVZ, para animais com 15 a 30 kg de PC. As exigências líquidas de ganho foram 12,00 mg de Zn; 35,21 mg de Fe; 0,70 mg de Mn e 0,69 mg de Cu por kg de ganho de PC para animais com 20 kg de PC. As exigências de manutenção foram estimadas em 0,133 mg de Zn; 0,271 mg de Fe; 0,003 mg de Mn e 0,015 mg de Cu/kg de PC.

PALAVRAS-CHAVE: Confinamento. Ganho de peso. manutenção. Microelementos.

BODY COMPOSITION AND MICROMINERALS REQUIREMENTS OF SOMALIS BRASILEIRA LAMBS

ABSTRACT: This study estimates the net requirements of zinc (Zn), iron (Fe), manganese (Mn) and copper (Cu) for Somalis Brasileira lambs. The animals were non-castrated and 2 months of age, with initial body weights averaging 13.47 ± 1.76 kg (BW). Eight animals were slaughtered at the beginning of the trial as a reference group, in order to estimate initial empty body weight (EBW) and body composition. The remaining animals were distributed in randomized block design with five treatments and eight replications. The treatments consisted of diets containing increasing levels of ME (1.18, 2.07, 2.25, 2.42 and 2.69 Mcal/kg DM). When the average body weight of animals in a treatment reached 28 kg, all experimental animals were slaughtered. The cleaned gastrointestinal tract, organs, carcass, head, hide, tail, feet, and tissues were weighed to determine the empty BW (EBW). These parts were ground separately and subsampled for chemical analyses. Regression equations for the logarithm of microminerals were fitted on the EBW logarithm. The derivatives of these equations allowed the estimation of the microminerals content of the empty body weight gain (EBWG) and the net requirement for EBWG, were subsequently converted to net requirement for BW. The body composition varied from 20.19 to 16.82 mg Zn, 56.23 to 48.12 mg Fe, 1.20 to 0.99 mg Mn, 1.31 to 1.03 mg Cu per kg of EBW for animals with 15 to 30 kg BW. The net gain was 12.00 mg Zn, 35.21 mg Fe, Mn 0.70 mg and 0.69 mg Cu per kg gain PC for animals with 20 kg of PC. The maintenance requirements were 0.133 mg Zn, 0.271 mg Fe, Mn 0.003 mg and 0.015 mg Cu/kg BW.

KEY-WORDS: Feedlot. Maintenance. Microelements. Weight gain.

INTRODUÇÃO

Os microminerais, embora representem a menor parte dos minerais depositados no corpo dos animais, desempenham funções vitais no organismo e suas deficiências acarretam alterações nutricionais graves, levando o animal a apresentar desempenho produtivo e reprodutivo aquém do seu potencial (Lee *et al.*, 1999).

Segundo Underwood (1981) as funções desempenhadas por estes minerais no organismo estão relacionadas com a composição estrutural dos órgãos e tecidos corporais, constituintes dos fluidos corporais responsáveis pela manutenção da pressão osmótica, equilíbrio ácido-base, permeabilidade da membrana, irritabilidade do tecido e catalisadores de sistemas enzimáticos e hormonais.

As exigências de minerais são influenciadas pela raça ou grupo genético do animal, aspectos da dieta, nível de produção e condições ambientais (NRC 2007; Resende *et al.*, 2008). Além disso, aspectos relacionados às interrelações (antagonismos e sinergismos) entre os minerais também influenciam seus requerimentos e devem ser considerados (McDowell, 1999).

No Brasil são escassos os trabalhos de pesquisa sobre exigências de microminerais em pequenos ruminantes, e os poucos trabalhos que existem têm encontrado valores muito variáveis e diferentes daqueles preconizados pelos comitês de exigências nutricionais internacionais.

A formulação de dietas para ovinos no Brasil têm sido realizadas com base em tabelas de comitês internacionais, o que segundo Gonzaga Neto *et al.* (2005) pode não expressar os resultados esperados, pela falta ou desperdício de nutrientes, afetando a produtividade e a eficiência econômica da atividade.

Com isso destaca-se a necessidade da determinação das exigências nutricionais para ovinos em condições brasileiras, considerando ainda os diferentes sistemas de criação, raças e regiões geográficas.

Dessa forma, objetivou-se com o presente estudo determinar a composição corporal e estimar as exigências nutricionais de Zn, Fe, Mn e Cu para cordeiros da raça Somalis Brasileira em crescimento alimentados com dietas com diferentes níveis de energia metabolizável.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nas instalações do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará. Foram utilizados 48 cordeiros da raça Somalis Brasileira, machos não-castrados, com peso corporal (PC) inicial médio de $13,47 \pm 1,76$ kg e aproximadamente 50 dias de idade. Inicialmente, os animais foram identificados com brincos, pesados, vermifugados e distribuídos em baias individuais providas de cochos

para fornecimento das rações e água à vontade. 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 animais remanescentes. Esses animais foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados com dois blocos e cinco tratamentos, que consistiram de diferentes níveis de energia metabolizável (EM) (1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg MS), com oito repetições por tratamento, e alocados em baias individuais providas de comedouro e bebedouro. As rações foram formuladas conforme o NRC (2007) para conterem aproximadamente 16% de proteína bruta e promoverem ganhos de 200 g/dia; exceto para a relação volumoso:concentrado de 100:0, que foi formulada para atender a exigência de manutenção, com 9% de proteína bruta (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes e dos concentrados utilizados nas dietas experimentais.

Nutriente (g/kg MS)	Feno	Soja	Milho	Concentrados			
				1	2	3	4
Matéria seca	920,2	917,9	924,4	919,2	921,2	919,8	919,3
Matéria orgânica	943,7	932,9	979,8	940,7	967,4	967,1	963,8
Proteína bruta	92,5	427,4	79,9	450,8	262,1	214,7	188,8
Extrato etéreo	23,3	22,2	64,8	29,9	50,0	59,9	56,0
Matéria mineral	56,3	67,1	20,2	59,3	32,6	32,9	36,2
Fibra em detergente neutro	791,0	190,0	114,2	169,4	131,6	121,5	121,0
FDNcp	721,8	119,6	94,2	118,1	100,9	91,1	85,0
Fibra em detergente ácido	352,4	104,9	33,7	85,4	57,6	54,9	54,5
Carboidratos totais	827,9	483,3	835,1	460,0	595,7	692,4	705,3
Carboidratos não fibrosos	106,1	363,7	740,9	396,2	517,5	621,6	629,5
(mg/kg MS)							
Zn	43,18	73,15	32,23	97,73	81,15	78,97	90,78
Fe	102,73	188,27	158,89	183,35	129,59	114,35	193,48
Mn	143,86	33,58	11,26	33,58	19,40	23,48	26,41
Cu	3,33	6,46	0,08	7,67	3,41	2,81	3,70

Fonte: Lima *et al.* (2024).

FDNcp: fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína.

Tabela 2. Ingredientes do concentrado e composição bromatológica das rações experimentais.

Ingrediente	Níveis de EM (Mcal/kg MS)				
	1,18	2,07	2,25	2,42	2,69
Composição do concentrado (g/kg MS)					
Feno de Tifton ¹	100	80	60	40	20
Concentrado ¹	0	20	40	60	80
Milho grão moído	-	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	-	4,0	7,0	9,3	5,0
Premix Mineral ²	-	0,8	0,7	0,7	0,6
Composição bromatológica (g/kg MS)					
Matéria seca	920,2	920,0	920,6	920,0	919,5
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
Fibra em detergente ácido	352,4	299,0	234,5	173,9	114,0
Carboidratos totais	827,9	754,3	735,0	746,6	729,8
Carboidratos não fibrosos	106,1	164,1	270,6	415,4	524,8
Nutrientes digestíveis totais	347,8	576,8	608,8	668,5	745,0
(mg/kg MS)					
Zn	43,18	54,09	58,37	64,66	81,26
Fe	102,73	118,85	113,47	109,70	175,33
Mn	143,86	121,80	94,08	71,63	49,90
Cu	3,33	4,19	3,36	3,01	3,63

Fonte: Lima *et al.* (2024).

¹Composição centesimal em relação a porção do concentrado das dietas; ²Composição: Ca 7,5%; P 3%; Fe 16.500 ppm; Mn 9.750 ppm; Zn - 35.000 ppm; I - 1.000; ppm; Se - 225 ppm; Co - 1.000 ppm.

As rações foram fornecidas aos animais duas vezes ao dia (08:00 e 16:00 h), permitindo até 20% de sobras. A água foi mantida constantemente à disposição dos animais. Os animais foram pesados semanalmente para monitoramento do ganho médio diário (GMD). Quando o peso corporal médio dos animais de um dos tratamentos atingiu 28 kg, todos os animais experimentais foram abatidos.

Antes do abate os animais foram submetidos a jejum de sólido e líquido por 18 horas. Após esse tempo, foram novamente pesados para obtenção do peso corporal ao abate (PCA). No momento do abate, os animais foram insensibilizados por atordoamento na região atla-occipital, seguido de sangria por meio da secção das veias carótida e jugular. O sangue foi recolhido em recipiente, pesado e armazenado. O trato gastrointestinal foi pesado cheio, esvaziado e lavado. Após o escorrimento de toda a água, o trato gastrointestinal foi novamente pesado, assim como as demais partes do corpo (carcaça, cabeça, pele, órgãos,

patas e cauda). Os componentes individuais do corpo foram pesados separadamente, incluindo órgãos internos (fígado, coração, pulmões + traquéia e língua + esôfago, bexiga, rins, trato reprodutivo e baço), do trato digestório limpo (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso) e gorduras (omental, mesentérica, perirrenal e gordura do coração).

O peso do corpo vazio (PCVZ) foi estimado como sendo a diferença entre o peso corporal ao abate (PCA) e os pesos referentes ao conteúdo do trato gastrointestinal (CTGI), da bexiga (CB) e da vesícula biliar (CVB), em que $PCVZ = PCA - (CTGI + B + VB)$.

Após a amputação da cabeça, patas, cauda e aparelho reprodutivo, as carcaças foram lavadas, sendo pesadas após o escoamento de toda a água para obtenção do peso da carcaça quente (PCQ). Após as pesagens, a meia carcaça direita e todos os componentes não carcaça foram congelados e posteriormente serrados em serra de fita e moídos em *cutter*. Após homogeneização, uma porção de aproximadamente 500 g de cada amostra foi coletada e armazenada em *freezer* à -10°C. Posteriormente, 30 g de cada amostra corporal foram liofilizadas por 48 horas em um liofilizador no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Posteriormente, as amostras foram moídas em moinho de bola e acondicionadas em recipiente hermeticamente fechado para posteriores análises químicas.

Amostras compostas do feno, concentrados e sobras, foram pré-secas em estufa de ventilação forçada até peso constante. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho de faca com tela de um milímetro de diâmetro (moinho Wiley, Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA, EUA). As amostras foram analisadas para os teores 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). As análises de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas segundo Van Soest, Robertson e Lewis (1991). Os teores de carboidratos totais (CT) foram calculados segundo a equação de Sniffen *et al.* (1992): $CT (\%) = 100 - (\% PB + \% EE + \% \text{ de cinzas})$. Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados segundo a equação adaptada de Weiss (1999): $CNF (\%) = 100 - (\% PB + \% FDN_{cp} + \% EE + \% \text{ de cinzas})$. Para os concentrados, devido à presença de ureia na sua constituição, o teor de CNF foi calculado a partir da equação adaptada por Hall (2000): $CNF = 100 - [(\% PB - \% PB \text{ derivado de ureia} + \% \text{ da ureia}) + \% FDN_{cp} + \% EE + \% \text{ de cinzas}]$.

Para determinação da composição mineral dos ingredientes, rações, sobras e amostras do corpo do animal foram preparadas soluções minerais por via úmida. Após as devidas diluições, os microminerais foram determinados em espectrofotômetro de absorção atômica.

Para determinar a energia metabolizável (EM) das dietas, foi realizado um ensaio de digestibilidade. Como indicador interno utilizou-se a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) para estimar a excreção diária de matéria seca fecal. As amostras de fezes foram coletadas diretamente da ampola retal a cada 15 dias, por três dias consecutivos: às 8:00 no primeiro dia, às 12:00 no segundo dia e às 16:00 no terceiro dia. As amostras de fezes, alimentos (feno de capim-Tifton 85 e concentrados) e sobras foram submetidas à pré-secagem, em seguida, foram moídas em moinho com peneira de 1 mm. 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, conforme descrito por Casali *et al.* (2008). Quando retirados do rúmen, os sacos de náilon foram lavados em água corrente até total clareamento da água. Posteriormente, foram submersas em solução de detergente neutro (Van Soest e Robertson, 1985) a 100°C durante uma hora. Em seguida, foram lavadas com água fervente e depois com acetona. Para completa secagem, os sacos foram colocados em estufa de ventilação forçada a 55°C, durante 24 horas, depois foram pesados e o resíduo foi considerado como sendo a fração de FDNi.

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

A quantidade dos minerais retidos no corpo do animal foi determinada em função da concentração destes elementos nas amostras analisadas. A partir destes dados, foram obtidas equações de regressão para a composição corporal. Para estimar o conteúdo de minerais por quilograma de corpo vazio, adotou-se a equação alométrica logaritmizada, preconizada pelo ARC (1980):

$$\text{Log } y = a + b \log x$$

Em que: Log y = logaritmo do conteúdo total do mineral no corpo vazio (g); a = intercepto; b = coeficiente de regressão do conteúdo do mineral em função do PCVZ; log x = logaritmo do PCVZ (kg).

A composição do ganho em peso foi determinada por meio da diferença entre o total de cada mineral no corpo vazio dos animais abatidos ao final do experimento, em relação ao total de cada mineral no corpo vazio dos animais referência (ARC, 1980).

As exigências líquidas de microminerais para ganho de PCVZ foram obtidas derivando-se a equação alométrica logaritmizada do conteúdo corporal do mineral, em função do logaritmo do PCV, obtendo-se a equação:

$$Y' = b \cdot 10^a \cdot x^{(b-1)}$$

Em que: Y' = exigência líquida de ganho do mineral (g); a = intercepto da equação de predição do conteúdo corporal do mineral; b = coeficiente de regressão da equação de predição do conteúdo corporal do mineral; x = PCVZ (kg).

Para a conversão da exigência líquida de ganho de PCVZ em exigência líquida de ganho de PC, utilizou-se o fator obtido pela relação de PC/PCVZ.

As exigências de minerais para manutenção foram obtidas através da análise de regressão linear dos minerais retidos (Zn, Fe, Mn e Cu, mg/kg PCVZ) em função da ingestão de minerais (mg/kg PCVZ) segundo Lofgreen e Garrett (1968). O intercepto da regressão foi tomado como as perdas endógenas e metabólicas dos minerais, considerado como a exigência líquida de manutenção.

O modelo matemático adotado foi: $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + e_{ij}$, onde Y_{ij} = valor observado na parcela que recebeu o tratamento i no bloco j ; μ = média geral da população; α_i = efeito do tratamento $i = 1, 2, 3, 4, 5$; β_j = efeito do bloco $j = 1, 2$; e_{ij} = erro aleatório.

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O GMD e o CMS aumentaram linearmente com o aumento da concentração da energia metabolizável na dieta: GMD (g/dia) = 72,219 + 56,268 EM ($R^2=0,629$); CMS (g/dia) = 391,457 + 81,293 EM ($R^2= 0,354$) (Tabela 3).

Tabela 3. Consumo e desempenho de ovinos da raça Somális Brasileira.

Item	Referência	Nível de EM na dieta (Mcal/kg MS)					EPM ^l	P-Valor	
		1,18	2,07	2,25	2,42	2,69		L	Q
DA ^a	-	-	104	103	101	102	-	-	-
PCI ^b	13,53	12,44	13,82	13,70	13,60	13,69	-	-	-
PCF ^c	13,53	15,73	21,70	24,23	28,71	26,49	-	-	-
CPA ^d	13,00	15,14	20,96	23,68	28,10	25,99	-	-	-
PCVZ ^e	10,44	11,53	17,09	20,30	24,54	22,89	-	-	-
GMD ^f	-	34,23	73,74	101,24	150,84	126,49	22,72	<0,001	<0,001
CMS ^g	-	390,52	549,45	695,00	762,15	636,83	22,18	<0,001	0,033
CZn ^h	-	16,80	30,37	42,41	57,83	55,57	2,57	<0,001	<0,001
CFe ⁱ	-	20,99	55,26	58,17	61,02	107,97	3,00	<0,001	<0,001
CMn ^j	-	61,37	83,61	82,30	67,32	35,75	0,09	0,104	<0,001
CCu ^l	-	1,36	2,87	2,79	2,73	2,57	4,56	<0,001	<0,001

Fonte: Lima *et al.* (2024).

^aDA: dias para abate; ^bPCI (kg): peso corporal inicial; ^cPCF (kg): peso corporal final; ^dPCA (kg): peso corporal ao abate; ^ePCVZ (kg): peso de corpo vazio; ^fGMD (g/dia): ganho médio diário; ^gCMS (g/dia): consumo de matéria seca; ^hCZn (g/dia): consumo de zinco; ⁱCFe (g/dia): consumo de ferro; ^jCMn (g/dia): consumo de manganês; ^lCCu (g/dia): consumo de cobre; ^lEPM: erro padrão da média.

O aumento da densidade energética da dieta promoveu maior GMD, resultando em peso corporal final superior dos animais que receberam dietas com maior nível energético. Este comportamento deve-se ao maior aporte de nutrientes nas dietas com maiores níveis de concentrado, bem como da maior digestibilidade dessas, uma vez que há redução no teor de FDN.

O consumo de zinco e ferro aumentou linearmente, enquanto o consumo de cobre reduziu linearmente e o consumo de manganês apresentou resposta quadrática: Zn (mg/dia) = $-19,285 + 28,188 \text{ EM}$ ($R^2 = 0,776$); Fe (mg/dia) = $-44,378 + 49,429 \text{ EM}$ ($R^2 = 0,761$); Cu (mg/dia) = $0,601 + 0,882 \text{ EM}$ ($R^2 = 0,569$); Mn (mg/dia) = $-153,669 + 268,708 \text{ EM} - 73,526 \text{ EM}^2$ ($R^2 = 0,8874$).

O conteúdo corporal de gordura aumentou linearmente ($P = 0,005$) com o aumento dos níveis de energia metabolizável na dieta, e ao mesmo tempo observou-se redução linear ($P = 0,006$) no conteúdo corporal de água (Tabela 4). O conteúdo corporal de proteína, zinco, ferro, manganês e cobre não foram influenciados pelos níveis de energia metabolizável da dieta.

Tabela 4. Composição corporal de ovinos da raça Somális Brasileira.

Item	Referência	Nível de EM na dieta (Mcal/kg MS)					EPM	P-valor	
		1,18	2,07	2,25	2,42	2,69		L	Q
Água (%)	58,63	59,13	55,91	56,12	52,43	55,67	0,539	0,006	0,016
Gordura (%)	15,88	17,66	20,25	21,29	26,17	21,56	0,654	0,005	0,020
Proteína (%)	18,90	18,67	19,65	19,05	19,02	18,92	0,307	0,794	0,704
Zinco (mg/kg)	20,61	16,79	19,26	19,89	20,51	18,03	0,055	0,184	0,115
Ferro (mg/kg)	42,63	34,39	39,95	37,82	39,08	34,32	0,159	0,761	0,391
Manganês (mg/kg)	1,15	0,72	0,86	1,07	0,77	0,47	0,008	0,616	0,103
Cobre (mg/kg)	0,74	2,18	0,76	1,08	0,76	0,77	0,016	0,150	0,120

Fonte: Lima *et al.* (2024).

EPM: erro padrão da média.

O aumento no conteúdo corporal de gordura pode ser relacionado ao aumento do consumo de nutrientes decorrente do aumento dos níveis energéticos das dietas. Assim os animais tinham maior aporte de nutrientes que foram direcionados para a formação de tecido adiposo.

O conteúdo corporal de gordura nesse estudo foi superior aos relatados por outros autores trabalhando com ovinos deslançados em condições tropicais (Gonzaga Neto *et al.*, 2005; Regadas Filho *et al.*, 2013). Essa diferença pode ser explicada pelas diferenças raciais onde no presente estudo utilizou-se ovinos da raça Somális Brasileira, caracterizados por acumular gordura corporal como reserva energética.

Segundo Berg e Butterfield (1976), o tecido adiposo contém menor quantidade de água quando comparado com outros tecidos, assim há uma relação inversa entre deposição de gordura e água no corpo do animal.

A partir dos dados da composição corporal, foram determinadas equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal dos elementos minerais, em função do logaritmo do PCVZ, para cordeiros dos 15 aos 30 kg de PC (Tabela 5).

Tabela 5. Equações alométricas para estimativa da composição corporal (mg/kg PCVZ) de ovinos da raça Somalis Brasileira.

Variável	Equação de regressão	R ²	EPM	P-Valor
PCVZ (kg)	PCVZ = -3,048 + 0,956 PC	0,98	0,022	<0,001
Zn (mg)	Log Zn = 1,540 + 0,777 Log PCVZ	0,71	0,019	<0,001
Fe (mg)	Log Fe = 1,950 + 0,810 Log PCVZ	0,58	0,022	<0,001
Mn (mg)	Log Mn = 0,324 + 0,766 Log PCVZ	0,25	0,033	0,002
Cu (mg)	Log Cu = 0,428 + 0,706 Log PCVZ	0,18	0,037	0,013

Fonte: Lima *et al.* (2024).

R²: coeficientes de determinação e EPM: erro padrão da média.

A baixa concentração dos microminerais no corpo dos animais pode ter causado dispersão dos dados, verificando-se que os ajustes das equações para alguns microminerais foram reduzidos, apesar de significativos. O conteúdo corporal de Zn, Fe, Mn e Cu por kg de PCVZ foram estimados a partir das equações alométricas para estimativa da composição corporal (Tabela 6).

Tabela 6. Estimativa de concentração de microminerais em função do peso de corpo vazio (PCVZ).

PC (kg)	PCVZ (kg)	Zn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)
15	11,29	20,19	56,23	1,20	1,31
20	16,07	18,67	52,58	1,10	1,18
25	20,85	17,61	50,05	1,04	1,10
30	25,63	16,82	48,12	0,99	1,03

Fonte: Lima *et al.* (2024).

O conteúdo corporal de microminerais apresentou redução com o aumento do PCVZ e PC. Esta redução deve-se a maior deposição de gordura corporal com o aumento do PC e aproximação da maturidade sexual, uma vez que o tecido adiposo contém menor quantidade de minerais em relação aos demais tecidos corporais (Clawson *et al.*, 1991).

Segundo McDowell (1992), as maiores concentrações dos microminerais encontram-se principalmente nos tecidos moles como pâncreas, fígado, baço, rins, glândulas acessórias e secreções do trato digestório, além do sangue.

Bellof *et al.* (2007), determinando concentrações de Zn, Fe, Mn e Cu nos tecidos muscular, ósseo e adiposo da carcaça de ovinos, observaram que estes encontravam-se em menor concentração no tecido adiposo em relação aos demais tecidos.

Mendes *et al.* (2010) relataram aumento na concentração corporal de Zn, Fe e Cu com o aumento do PC, com valores variando de 60,26 a 76,37; 133,44 a 126,98 e 10,78 a 16,72, mg/kg, respectivamente, para animais com 20 a 30 kg de peso corporal. Estas diferenças podem ser explicadas pelas diferenças entre as raças e o sistema de produção utilizado nos estudos.

Bellof *et al.* (2007), trabalhando com ovinos da raça Merino Alemão com PC variando de 15 a 50 kg relataram comportamentos variados nas concentrações de Zn, Fe, Mn e Cu, onde a concentração de Zn e Mn aumentaram de 25,3 a 28,8 e 0,51 a 0,79 mg/kg PCVZ, respectivamente. Enquanto a concentração de Fe e Cu apresentaram redução com o aumento do PC, apresentando variação de 32,9 a 28,0 e 2,1 a 1,6 mg/kg PCVZ, respectivamente.

Similarmente ao conteúdo de minerais no corpo vazio, o conteúdo de mineral no ganho apresentou redução com o aumento do PC (Tabela 7). Segundo Pereira Filho *et al.* (2008), a composição do ganho é variável durante o crescimento animal, sendo ainda

influenciada pela dieta, raça e idade.

Tabela 7. Equações de predição para o ganho e quantidade de microminerais depositada por quilograma de ganho de peso de PCVZ em ovinos da raça Somalis Brasileira.

Item	Equações de predição	PC (kg)			
		15	20	25	30
Zn (mg)	$Zn=26,9415*PCV^{-0,223}$	15,69	14,50	13,69	13,07
Fe (mg)	$Fe= 72,1913*PCV^{-0,190}$	45,55	42,59	40,54	38,98
Mn (mg)	$Mn= 1,6152*PCV^{-0,234}$	0,92	0,84	0,79	0,76
Cu (mg)	$Cu= 1,8915*PCV^{-0,294}$	0,93	0,84	0,77	0,73

Fonte: Lima *et al.* (2024).

PC: peso corporal; PCVZ: peso de corpo vazio.

Mendes *et al.* (2010), relataram aumento na concentração de Zn e Cu com o aumento do PC variando, respectivamente, de 95,0 a 120,4 e 22,3 a 34,6 mg/kg de ganho de PCVZ, quando o PC variou de 15 a 30 kg. Enquanto a concentração de Fe apresentou redução com o aumento do PC, com valores variando de 117,3 a 111,6 mg/kg de PCVZ.

Bellof *et al.* (2007) relataram valor médio de conteúdo de minerais depositados por kg de PCVZ de 25,70 mg de Zn; 27,6 mg de Fe; 1,79 mg de Cu e 0,69 mg de Mn, para animais de 18 a 30 kg PC. Esses resultados foram inferiores quando comparados aos obtidos neste estudo para Fe e Mn, e superiores para Zn e Cu.

O conteúdo de microminerais no ganho de peso de corpo vazio corresponde à sua exigência líquida para ganho de 1 kg de PCVZ. Para determinar as exigências líquidas de minerais para ganho de PC (Tabela 8), os dados de composição do ganho de peso foram divididos pelo fator de correção gerado a partir da relação entre o PC e PCVZ. A razão PC/PCVZ obtida neste trabalho foi 1,21, valor superior ao sugerido pelo ARC (1980) de 1,10 e inferior ao valor de 1,32 relatado por Cabral *et al.* (2008) trabalhando com ovinos Santa Inês em pastejo no Semiárido brasileiro.

De acordo com Lee *et al.* (1999), as exigências de microminerais variam durante o crescimento, devido a alterações nas necessidades metabólicas dos tecidos individuais. As exigências líquidas para ganho de peso encontradas nesse estudo aumentaram com o aumento de GMD, e reduziram com o aumento do PC dos animais.

Mendes *et al.* (2010) relataram aumento nas exigências líquidas de Zn, Fe e Cu com o aumento do GMD e redução na exigência de Fe com o aumento do PC, enquanto a exigência de Zn e Cu aumentaram. Estes autores relataram exigências líquidas de Zn, Fe e Cu de 7,20; 8,89 e 1,69 mg/dia, respectivamente, para cordeiros com 20 kg de PC e GMD de 100 g. Esses valores foram superiores aos encontrados no presente estudo, podendo-se atribuir essas diferenças aos fatores genéticos e ambientais, já que Mendes *et al.* (2010)

utilizaram ovinos da raça Santa Inês em pastejo no Semiárido.

Tabela 8. Exigência líquida de minerais para ganho de peso corporal de ovinos Somalis Brasileira.

PC (kg)	GMD (g/dia)	Exigências líquidas de minerais (mg/dia)			
		Zn	Fe	Mn	Cu
15	100	1,30	3,77	0,08	0,08
	150	1,95	5,65	0,11	0,12
	200	2,59	7,53	0,15	0,15
20	100	1,20	3,52	0,07	0,07
	150	1,80	5,28	0,11	0,10
	200	2,40	7,04	0,14	0,14
25	100	1,13	3,35	0,07	0,06
	150	1,70	5,03	0,10	0,10
	200	2,26	6,70	0,13	0,13
30	100	1,08	3,22	0,06	0,06
	150	1,62	4,83	0,09	0,09
	200	2,16	6,45	0,13	0,12

Fonte: Lima *et al.* (2024).

PC: peso corporal; GMD: ganho médio diário.

As equações utilizadas para estimar as exigências de minerais para a manutenção foram significativas ($P < 0,001$) para todos os microminerais (Tabela 9).

As exigências líquidas de Zn, Fe, Mn e Cu para manutenção foram estimados como o intercepto entre o consumo e a retenção de minerais (mg/kg PCVZ), representando as perdas endógenas do elemento nas fezes, urina e retido no pêlo.

Tabela 9. Equações de regressão para estimar as exigências líquidas de manutenção de macrominerais.

Equações	R ²	EPM	P-Valor	mg/kg PC
Zn Ret.= -0,1613 (0,036) + 0,0938 (0,0166) Zn Ing.	0,54	0,025	<0,006	0,133
Fe Ret.= -0,3288 (0,044) + 0,1183 (0,013) Fe Ing.	0,74	0,072	<0,001	0,271
Mn Ret.= -0,0038 (0,001) + 0,0022 (0,001) Mn Ing.	0,53	0,003	<0,026	0,003
Cu Ret.= -0,0185 (0,004) + 0,2013 (0,038) Cu Ing.	0,51	0,004	<0,001	0,015

Fonte: Lima *et al.* (2024).

Ret: retido, mg/kg PCVZ; Ing: ingerido, mg/kg PCVZ; R²: coeficientes de determinação e EPM: erro padrão da média.

No presente estudo, os requisitos de manutenção de Zn, Fe, Mn e Cu foram 2,66; 5,43; 0,06 e 0,31 mg/dia, para animais com 20 kg de PC. Os requisitos de manutenção também foram calculados usando as equações adotadas pelo NRC (2007), obtendo valores de 1,52

mg de Zn/dia; 0,28 mg de Fe/dia e 0,04 mg de Mn/dia para animais com 20 kg de PC. Essas diferenças devem-se ao fato do NRC (2007) estimar as exigências nutricionais baseadas em animais, raças, sistemas de produção, alimentos e ambientes distintos dos utilizados neste estudo, o que influencia as exigências nutricionais.

CONCLUSÃO

A composição corporal variou de 20,19 a 16,82 mg de Zn; 56,23 a 48,12 mg de Fe; 1,20 a 0,99 mg de Mn; 1,31 a 1,03 mg de Cu por kg de PCVZ, para animais com 15 a 30 kg de PC.

As exigências líquidas de ganho foram 12,00 mg de Zn; 35,21 mg de Fe; 0,70 mg de Mn e 0,69 mg de Cu por kg de ganho de PC para animais com 20 kg de PC.

Por fim, as exigências de manutenção foram estimadas em 0,133 mg de Zn; 0,271 mg de Fe; 0,003 mg de Mn e 0,015 mg de Cu/kg de PC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

BELLOF, G.; MOST, E.; PALLAUF, J. Concentration of copper, iron, manganese and zinc in muscle, fat and bone tissue of lambs of the breed German Merino Landsheep in the course of the growing period and different feeding intensities. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 91, n. 100, p. 108, 2007.

BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth**. New York: J. Wiley. p. 240. 1976.

CABRAL, P. K. A.; SILVA, A. M. A.; SANTOS, E. M. J.; MARQUES, K. B.; GONZAGA NETO, S.; PEREIRA FILHO, J. M. Composição corporal e exigências nutricionais em cálcio e fósforo de cordeiros Santa Inês em pastejo no semi-árido. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, n. 1, p. 59-65, 2008.

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.

CLAWSON, A. J.; GARLICH, J. D.; COFFEY, M. T.; POND, W. G. Nutritional, physiological, genetic, sex, and age effects on fat-free dry matter composition of the body in avian, fish,

and mammalian species: a review. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 9, p. 3617-3644, 1991.

GONZAGA NETO, S.; SILVA SOBRINHO, A. G.; RESENDE, K. T.; ZEOLA, N. M. B. L.; SILVA, A. M. A.; MARQUES, C. A. T.; ROMBOLA, L. G. Composição corporal e exigências nutricionais de macrominerais para cordeiros Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2133-2142, 2005.

HALL, M. B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. Gainesville: University of Florida, 2000.

LEE, J.; Masters, D. G.; White, C. L.; Grace, N. D.; Judson, G. J. Current tissues in trace element nutrition of grazing livestock in Australia and New Zealand. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 50, p. 1341-1364. 1999.

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

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

McDOWELL, L. R. **Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais: enfatizando o Brasil**. 3. ed. Gainesville: Universidade da Flórida, 93 p. 1999.

MENDES, R. S.; SILVA, A. M. A.; SILVA, G. L. S.; NÓBREGA, G. H.; LÔBO, K. M.; PEREIRA FILHO, J. M. Exigência líquida de zinco, cobre e ferro para cordeiros em pastejo no semiárido. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 3, p. 279-284, 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington, D. C.: National Academy Press, 2007.

PEREIRA FILHO, J. M.; RESENDE, K. T.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; SILVA SOBRINHO, A. G.; ALEJANDRO-YÁÑEZ, E.; FERREIRA, A. C. D. Carcass traits and tissue allometry in Boer×Saanen kids. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 905-912. 2008.

REGADAS FILHO, J. G. L.; PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; SELAIVE-VILLARROEL, A. B.; MEDEIROS, N. A.; FONTENELE, R. M. Body composition and net energy requirements for Santa Ines lambs. **Small Ruminant Research**, v. 109, n. 2, p. 107-112. 2013.

RESENDE, K. T.; SILVA, H. G. O.; LIMA, L. D.; TEIXEIRA, I. A. M. A. Avaliação das exigências nutricionais de pequenos ruminantes pelos sistemas de alimentação recentemente publicados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, suplemento especial, p. 161-177, 2008.

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

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; RAPOSA, 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, p. 3562-3577, 1992.

UNDERWOOD E. J. **The Mineral Nutrition of Livestock**. 2nd ed. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, England, p. 102-103. 1981.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University, 202 p. 1985.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and no starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: **Cornell Nutrition Conference Feed Manufactures**, 61th Proceedings, Cornell University, Ithaca, p. 176–185. 1999.

ÍNDICE REMISSIVO

9

9^a-10^a-11^a costelas · 166

A

Abate comparativo · 98

Abomaso (ABO) · 80, 90

Animais · 5, 8, 9, 12, 14, 15, 21, 25, 34, 36, 37, 38, 41, 44, 47, 48, 49, 50, 52, 57, 62, 64, 66, 71, 79, 83, 86, 89, 92, 97, 100, 101, 104, 105, 106, 107, 112, 113, 114, 115, 120, 122, 123, 124, 127, 128, 129, 130, 132, 133, 134, 135, 137, 142, 144, 145, 146, 151, 152, 153, 156, 159, 165, 167, 168, 169, 172, 176, 177, 179, 183, 187, 189, 190, 191, 193, 195, 198, 199, 200, 201, 202, 204, 205, 206, 213, 214, 216, 218, 221, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 230

B

Baço · 80, 87, 89, 93, 105, 128, 173, 193, 219, 226

Bolos ruminais · 6, 14, 23, 24

C

Cabeça · 44, 86, 105, 106, 128, 129, 172, 173, 187, 193, 213, 218, 219

Cálcio (Ca) · 187

Carboidrato fibroso (CF) · 6

Carboidrato não fibroso (CNF) · 6

Carcaça · 27, 34, 36, 37, 38, 41, 43, 44, 45, 47, 48, 51, 52, 53, 54, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 81, 82, 85, 86, 88, 89, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 105, 106, 112, 128, 129, 165, 167, 168, 173, 174, 175, 176, 177, 179, 183, 184, 187, 193, 213, 218, 219, 226

Carcaça fria · 34, 45, 47, 51, 53, 60, 66

Carcaça ovina · 35, 66

Carcaça quente · 34, 44, 51, 52, 60, 61, 105, 128, 173, 193, 219

Carne industrial · 166

Castrados · 5, 9, 32, 34, 38, 67, 78, 79, 83, 97, 100, 114, 120, 124, 138, 141, 142, 146, 165, 168, 184, 186, 187, 190, 213, 216

Cauda · 105, 106, 128, 129, 172, 173, 187, 193, 213, 218, 219

Cobre (Cu) · 212

Compartimentos gastrintestinais · 79, 82

Comportamento ingestivo · 5, 8, 14, 21, 26, 28, 30, 70

Composição corporal · 37, 97, 100, 101, 107, 111, 115, 124, 137, 146, 165, 167, 168, 176, 179, 180, 184, 189, 190, 195, 200, 201, 206, 213, 215, 216, 221, 225, 230

Composição química · 10, 39, 70, 83, 165, 168, 174, 176, 179, 183, 184

Confinamento · 160, 188, 213

Consumo · 5, 8, 12, 14, 15, 17, 18, 24, 25, 26, 37, 50, 92, 98, 101, 107, 108, 109, 114, 121, 124, 131, 135, 142, 145, 146, 149, 150, 152, 153, 158, 160, 169, 197, 205, 223, 224, 229

Consumo de nitrogênio · 121, 131, 135

Conteúdo de proteína · 121

Conteúdo gastrintestinal · 44, 54, 80, 87, 88, 93, 94

Conversão alimentar (CA) · 34, 48

Coração · 80, 86, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 105, 128, 172, 193, 218

Cordeiros · 143, 166

Cortes comerciais · 34, 38, 45, 52, 54, 56, 60, 61, 66, 68, 69, 73, 94

Couro · 66, 105, 106, 128, 129, 172, 173, 187, 213

Crescimento · 5, 26, 34, 50, 56, 57, 78, 79, 82, 88, 93, 100, 109, 112, 113, 115, 118, 123, 133, 134, 135, 136, 140, 144, 145, 154, 155, 156, 157, 158, 162, 165, 175, 180, 181, 189, 201, 202, 209, 210, 215, 227, 228

D

Desempenho produtivo · 34, 37, 66, 214

Dieta · 6, 11, 13, 17, 18, 20, 23, 26, 41, 48, 50, 53, 56, 70, 71, 72, 85, 89, 92, 95, 96, 99, 103, 108, 127, 131, 143, 149, 150, 151, 153, 154, 171, 189, 197, 198, 199, 215, 222, 223, 224, 227

Digestão · 7

Digestibilidade · 5, 8, 11, 12, 17, 19, 20, 21, 26, 27, 30, 32, 69, 91, 194, 198, 220, 223

Digestibilidade dos nutrientes · 5, 8, 12, 26, 27

E

Eficiências de alimentação · 6, 23

Energia digestível · 13, 98, 102, 109, 125, 147, 170, 195, 220

Energia metabolizável (EM) · 5, 13, 34, 48, 79, 97, 102, 120, 125, 148, 170, 190, 194, 216, 220

Equações · 14, 52, 98, 106, 107, 111, 113, 130, 132, 136, 150, 151, 153, 159, 165, 168, 176, 177, 179, 180, 183, 187, 195, 196, 200, 213, 221, 222, 225, 229, 230

Esôfago · 80, 86, 87, 93, 105, 128, 173, 193, 219

Exigência líquida · 115, 120, 130, 134, 136, 137, 156, 188, 196, 213, 221, 222, 227

Extrato etéreo (EE) · 6, 13

F

Ferro (Fe) · 212

Fibra em detergente neutro (FDN) · 6, 13, 103, 126, 148, 170, 194, 219

Fígado · 48, 80, 86, 87, 89, 93, 105, 112, 128, 172, 193, 218, 226

Fósforo (P) · 187

G

Ganho de peso · 34, 37, 38, 41, 48, 49, 50, 70, 97, 100, 108, 111, 113, 120, 123, 132, 133, 134, 135, 142, 144, 145, 150, 152, 153, 155, 156, 159, 160, 161, 188, 190, 200, 203, 204, 213, 227, 228

Ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) · 111, 121, 132, 134, 213

Gordura · 34, 37, 42, 53, 54, 56, 57, 59, 60, 62, 63, 64, 65, 66, 75, 76, 77, 92, 98, 106, 107, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 129, 133, 134, 137, 144, 145, 156, 166, 167, 174, 175, 176, 177, 180, 181, 183, 193, 198, 199, 200, 201, 219, 223, 224, 225, 226

Gorduras perirrenal · 80, 93

I

Ingestão · 7, 18, 21, 25, 50, 89, 110, 114, 115, 130, 196, 198, 221

Intestinos delgado (ID) · 80

L

Língua · 80, 86, 87, 93, 105, 128, 173, 193, 219

M

Macrominerais · 187, 190, 196, 198, 200, 201, 203, 204, 205, 206, 209, 213, 229, 231

Magnésio (Mg) · 187

Manganês (Mn) · 212

Mantença · 9, 39, 83, 92, 97, 98, 100, 104, 107, 110, 112, 115, 120, 123, 127, 130, 135, 136, 137, 142, 145, 149, 150, 151, 153, 154, 155, 156, 159, 172, 188, 190, 191, 196, 205, 206, 208, 213, 216, 221, 229, 230

Matéria orgânica (MO) · 6

Matéria seca (MS) · 6, 13

Método indireto · 166, 179

Microelementos · 213

Minerais · 166, 177, 180, 188, 189, 194, 195, 196, 198, 200, 201, 203, 204, 205, 214, 215, 220, 221, 225, 226, 227, 228, 229

N

Nitrogênio · 121, 130, 131, 135, 136

Níveis de energia metabolizável · 5, 9, 15, 17, 18, 23, 26, 28, 34, 38, 39, 48, 68, 79, 83, 87, 93, 94, 97, 100, 101, 110, 120, 123, 124, 131, 143, 146, 152, 165, 168, 169, 190, 198, 215, 216, 223

Nutrientes digestíveis totais (NDT) · 6, 13, 102, 125, 147, 155, 170

O

Ócio · 6, 7, 14, 21, 22

Órgãos internos · 79, 82, 94, 95, 105, 106, 128, 129, 172, 173, 193, 218

Ovinos · 5, 15, 17, 18, 23, 26, 28, 29, 34, 36, 37, 50, 52, 53, 54, 56, 57, 59, 62, 63, 67, 69, 70, 72, 73, 74, 76, 78, 79, 82, 88, 89, 92, 93, 95, 97, 99, 100, 108, 110, 111, 112, 113, 115, 118, 120, 123, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 140, 142, 145, 152, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 162, 163, 165, 168, 174, 175, 176, 180, 183, 188, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 210, 215, 222, 224, 225, 226, 227, 228

Ovinos Somalis Brasileira · 5, 15, 18, 26, 34, 63, 79, 82, 93, 97, 100, 108, 110, 111, 112, 113, 115, 120, 123, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 142, 145, 154, 155, 157, 158, 159, 160, 165, 168, 175, 180, 183, 228

P

Pequenos ruminantes · 80

Perdas endógenas · 121

Pés · 187, 213

Peso corporal · 5, 9, 12, 34, 38, 41, 44, 50, 52, 57, 79, 82, 83, 86, 89, 91, 97, 100, 104, 105, 109, 111, 112, 113, 120, 124, 127, 128, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 142, 146, 152, 155, 156, 158, 160, 165, 168, 172, 173, 177, 187, 189, 190, 191, 193, 197, 198, 199, 200, 201, 203, 204, 213, 216, 218, 219, 223, 226, 227, 228, 229

Peso dos animais · 98, 112, 121, 142, 166

Potássio (K) · 187

Proteína · 6, 9, 13, 39, 83, 102, 103, 104, 106, 109, 110, 115, 116, 120, 121, 122, 123, 125, 126, 127, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 139, 140, 142, 144, 145, 147, 148, 149, 151, 156, 160, 161, 166, 170, 172, 174, 175, 176, 177, 179, 180, 181, 183, 191, 192, 194, 198, 216, 217, 219, 223

Proteína bruta · 6, 9, 13, 39, 83, 102, 103, 106, 123, 125, 126, 129, 147, 148, 157, 166, 170, 174, 175, 176, 177, 179, 180, 181, 183, 191, 194, 216, 219

Proteína bruta (PB) · 6, 13, 157, 177, 181

Pulmões · 80, 86, 87, 93, 105, 128, 172, 193, 219

R

Rações · 6, 8, 9, 10, 12, 15, 18, 21, 22, 23, 24, 26, 28, 29, 32, 34, 39, 40, 48, 51, 55, 66, 69, 71, 78, 80, 83, 84, 87, 89, 90, 93, 95, 97, 101, 102, 106, 120, 123, 124, 125, 129, 141, 142, 146, 148, 153, 165, 169, 170,

174, 186, 190, 191, 192, 194, 216, 217, 218, 220

Rendimento biológico · 34, 35, 45, 51, 54

Rendimento de cortes · 34, 61

Rins · 80, 86, 87, 89, 93, 105, 128, 133, 173, 193, 219, 226

Rúmen-retículo (RURE) · 80, 90

Ruminação · 6, 7, 14, 22, 23, 25, 26, 31

S

Semelhante · 6, 17, 18, 21, 80, 92, 109, 152, 199, 202

Sódio (Na) · 187

T

Tecidos · 37, 48, 56, 66, 69, 82, 114, 137, 187, 189, 200, 201, 202, 205, 213, 215, 225, 226, 228

Técnica da ultrassonografia · 34, 37, 66

Tempo de mastigação · 6, 14, 22, 23

Tempo de ruminação · 6, 14, 23

Tempos de alimentação · 6

Teores de água · 166, 177, 183

Traqueia · 80, 86, 87, 93

Tratamentos experimentais · 6, 34, 80

Trato gastrointestinal · 87, 187, 193, 213, 218

U

Ultrassom · 34, 35, 41, 47, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 74

V

Vísceras · 44, 80, 133

Z

Zinco (Zn) · 212



contato@editoraomnisscientia.com.br 

https://editoraomnisscientia.com.br/ 

@editora_omnis_scientia 

https://www.facebook.com/omnis.scientia.9 

+55 87 99914-6495 



contato@editoraomnisscientia.com.br 

https://editoraomnisscientia.com.br/ 

@editora_omnis_scientia 

https://www.facebook.com/omnis.scientia.9 

+55 87 99914-6495 