

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 pmm; 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).

$$\text{GMD} = - 56,271 + 72,220 \cdot \text{EM}$$

$$\text{GPCVZ} = - 74,963 + 76,346 \cdot \text{EM}$$

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).

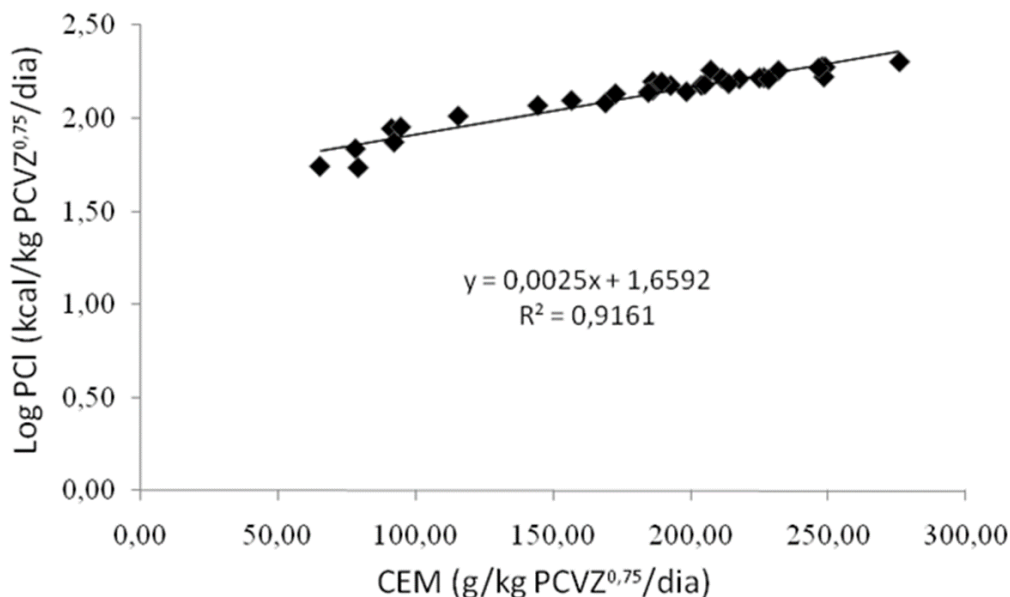
PC: Peso corporal, PCVZ (Peso do corpo vazio) = - 3,049 + 0,956*PC.

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.