

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.

$$\text{CN} = - 3,203 + 4,708 \cdot \text{EM} - 0,908 \cdot \text{EM}^2$$

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).

$$\text{NRD} = - 0,156 + 0,134 \cdot \text{EM}$$

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
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.

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

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

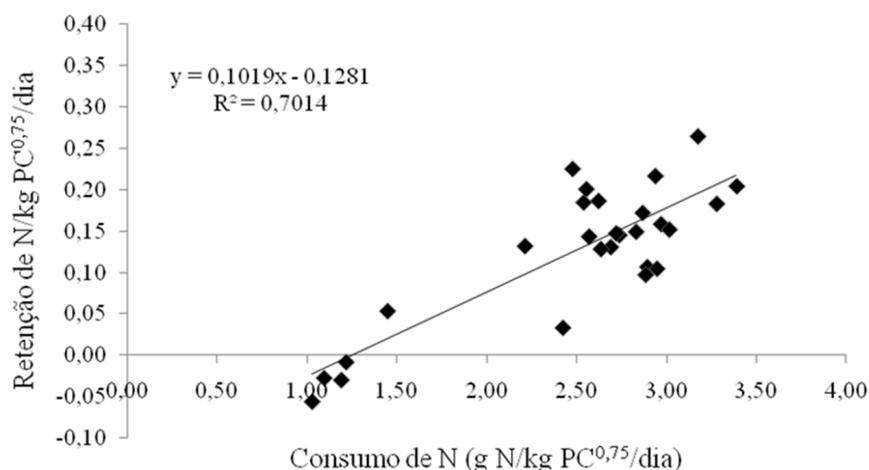
com os diferentes sistemas de alimentação. Em ovinos Santa Inês confinados com 15 a 30 kg PC, Regadas Filho *et al.* (2011) também observaram redução na deposição de proteína com o aumento de peso dos animais.

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.