

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), 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 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 escoamento 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.