

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

Rildson Melo Fontenele¹;

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

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

Francisco Wellington Rodrigues Lima²;

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

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

Rebeca Magda da Silva Aquino³;

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

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

Paulo César Lopes de Arruda⁴;

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

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

Anna Beatriz Rêgo do Carmo⁵.

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

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

RESUMO: Objetivou estimar a eficiência de uso de energia metabolizável para manutenção e ganho de peso, exigências de energia e proteína metabolizáveis e avaliar predições de consumo de matéria seca e ganho médio diário pelo sistema de nutrição de pequenos ruminantes (SRNS) em ovinos Somalis Brasileira. Utilizaram-se 48 ovinos, não-castrados, com idade e peso corporal (PC) de 60 dias e $13,47 \pm 1,76$ kg. Os animais foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados, sendo os tratamentos rações com 1,18; 2,07; 2,25; 2,42 e 2,69 Mcal/kg MS, com oito repetições. Peso de abate foi determinado quando a média de peso dos animais de um dos cinco tratamentos atingiu 28 kg. A concentração de energia líquida da dieta para manutenção, foi obtida dividindo-se a produção de calor em jejum, pelo CMS para manter o equilíbrio de energia, expresso em g de MS/kg PCVZ^{0,75}. A validação do modelo SRNS foi realizada através do ajuste de modelo de regressão linear simples entre os valores preditos (variável independente) e observados (variável dependente), as variáveis analisadas foram CMS e GPC. A eficiência de uso de energia

metabolizável para manutenção foi de 0,67, e a eficiência de uso de energia para ganho decresceu com o aumento dos níveis de energia metabolizável na dieta. A eficiência de uso da energia metabolizável para manutenção em ovinos Somalis Brasileira é de 0,67. Já a eficiência de uso da energia metabolizável para ganho varia de 1,85 a 0,43 para dietas contendo 1,18 a 2,69 Mcal/kg MS, respectivamente. As exigências líquidas de energia e proteína elevam-se com o aumento do peso corporal e aumento do ganho de peso corporal dos ovinos Somalis Brasileira. O modelo *Small Ruminant Nutrition Systems* é sensível para prever o consumo de matéria seca, entretanto, subestimou em 5,18% o ganho médio diário de peso corporal.

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

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

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

KEY-WORDS: Lambs. Mechanistic model. Nutritional requirement

INTRODUÇÃO

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

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

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

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

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

Diante disso, o presente estudo foi conduzido com o objetivo de estimar a eficiência de uso de energia metabolizável para manutenção e ganho de peso, exigências de energia e proteína metabolizáveis e avaliar as predições de consumo de matéria seca e ganho médio diário pelo sistema de nutrição de pequenos ruminantes (SRNS) em ovinos Somalis Brasileira.

MATERIAL E MÉTODOS

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

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

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

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

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

A quantidade de ração oferecida e de sobras, que ficavam nos cochos, foi registrada diariamente para determinação do consumo de matéria seca total. Após 20 dias de adaptação dos 40 animais remanescentes às dietas, foram coletadas, diariamente, sobras de cada animal antes da oferta matinal, sendo pesadas, amostradas, acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e armazenadas em freezer a -10 °C para formar amostra composta/animal. As amostras de ração, coletadas semanalmente, também foram armazenadas em freezer a -10 °C. Essas amostras, juntamente com as sobras, foram pré-secas e moídas em moinho tipo Willey (Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA, EUA) com peneira de malha de 1 mm, para posteriores análises laboratoriais.

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

Os teores de FDNi das amostra moídas de fezes, sobras, volumoso e concentrados foram obtidos por meio dos resíduos da incubação *in situ* durante um período de 240 horas no rúmen de um bovino adulto. Quando retirados do rúmen, os sacos de nylon foram lavados em água corrente até clareamento da água. Posteriormente, foram submersos em solução de detergente neutro (Van Soest e Robertson, 1985) a 100 °C durante uma hora. Em seguida, foram lavados com água fervente e depois com acetona. Para completa secagem, os sacos foram colocados em estufa de ventilação forçada a 55 ± 5 °C, durante 24 horas,

depois foram pesados e o resíduo foi considerado a fração de FDNi (Casali *et al.*, 2008).

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

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

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

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

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

As rações concentradas, feno e sobras foram secados em estufa de ventilação forçada a $55 \text{ }^\circ\text{C} \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, durante 72 h. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho Wiley com tela de um milímetro de diâmetro (Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA, EUA). As amostras foram submetidas às análises de matéria seca (MS; AOAC, 1990; número método 930,15), matéria mineral (MM; AOAC, 1990; número método 924,05), proteína bruta (PB; AOAC, 1990; número método 984,13), extrato etéreo (EE; AOAC, 1990; número método 920,39) e fibra em detergente ácido (FDA; AOAC, 1990). Para analisar a fibra em detergente neutro (FDN), as amostras foram, corrigidas para a cinza residual (Mertens, 2002) e compostos nitrogenados residuais (Licitra *et al.*, 1996). Os teores de carboidratos totais (CT) foram obtidos conforme Sniffen *et al.* (1992) e os carboidratos não fibrosos (CNF) segundo a equação proposta por Weiss (1999). Para os concentrados, por causa da presença de ureia na sua constituição, o CNF foi calculado a partir da equação adaptada por Hall (2000).

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

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

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

Tabela 1. Composição das dietas experimentais.

Parâmetro	Níveis de EM (Mcal/kg MS)				
	1,18	2,07	2,25	2,42	2,69
	Relação volumoso:concentrado				
Feno de capim-Tifton 85	100	80	60	40	20
Concentrado	0	20	40	60	80
	Ingredientes da dieta (g/kg MS)				
Fubá de milho	-	158,7	694,5	724,6	756,2
Farelo de soja	-	806,5	285,3	248,8	225,9
Ureia	-	30,0	12,5	11,2	5,0
Calcário	-	-	-	5,4	6,6
Fosfato bicálcico	-	-	-	-	0,7
Cloreto de sódio	-	04,0	7,0	9,3	5,0
Premix mineral ^a	-	0,8	0,7	0,7	0,6
	Composição bromatológica da dieta (g/kg MS)				
Matéria seca	920,2	920,0	920,6	920,0	919,5
Matéria mineral	56,3	56,9	46,8	42,3	40,2
Proteína bruta	92,5	164,2	160,3	165,8	169,5
Extrato etéreo	23,3	24,6	34,0	45,3	49,5
Fibra em detergente neutro	791,0	666,7	527,2	389,3	255,0
FDN _{cp}	721,8	601,1	473,5	343,4	212,4
Fibra em detergente ácido	352,4	299,0	234,5	173,9	114,0
CT	827,9	754,3	735,0	746,6	729,8
CNF	106,1	164,1	270,6	415,4	524,8
NDT	347,8	576,8	608,8	668,5	745,0

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

^aComposição: Ca 7,5%; P 3%; Fe 16,500 ppm; Mn 9750 ppm; Zn 35,000 ppm; Se 225ppm; Co 1000 ppm; FDN_{cp}: Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; CT: Carboidratos totais; CNF: Carboidratos não fibrosos; NDT: Nutrientes digestíveis totais.

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

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

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

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

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

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

$$q_m = EM/EB$$

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

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

$$k_m = EL_m/EM_m$$

$$k_g = EI_g/EM$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$H_0: \beta_0 = 0$$

$$H_a: \beta_0 \neq 0$$

$$H_0: \beta_1 = 1$$

$$H_a: \beta_1 \neq 1$$

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

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

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

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

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

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

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

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

Relacionando-se o logaritmo da produção de calor (PCI) em função do consumo de energia metabolizável (CEM) foi obtida a equação de PCI (Log PCI, kcal/kg PCVZ^{0,75}/dia, EPM = 2,310, R² = 0,91), cujo anti-log do intercepto indicou o valor de 45,83 kcal/kg^{0,75}PCVZ/dia, como exigência de energia líquida de manutenção (EL_m) dos animais. A partir desta equação, obteve-se o CEM no equilíbrio, ou seja, no ponto em que a produção de calor foi igual ao CEM, obtendo-se o valor de 68,29 kcal/kg PCVZ^{0,75}/dia.

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

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

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

Variáveis	1,18	2,07	2,25	2,42	2,69
EB	4,35	4,35	4,33	4,29	4,30
NDT	34,78	57,68	60,88	66,85	74,50
CMS _t	63,33	65,82	76,74	85,53	69,6
CMS _m	57,87	32,99	30,35	28,22	25,39
CMS _g	5,46	32,83	46,39	57,31	44,21
EL _m	0,79	1,39	1,51	1,62	1,81
EL _g	2,19	0,93	0,93	1,13	1,15
q _m	0,27	0,48	0,52	0,56	0,63
k _m ¹	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
k _g ¹	1,85	0,45	0,41	0,47	0,43
k _m ²	0,60	0,67	0,68	0,70	0,72
k _g ²	0,22	0,38	0,41	0,45	0,49

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

¹Calculado conforme Harris (1970).

²Calculado conforme AFRC (1993).

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

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

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

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

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

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

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

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

³ $EM_m = 0,67$;

⁴ $EM_g = 0,72$.

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

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

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

Tabela 4. Requerimentos nutricionais de proteína líquida para manutenção (PL_m) e ganho (PL_g), proteína metabolizável para manutenção (PM_m), ganho (PM_g), total (PM_t), proteína microbiana (P_{mic}), proteína degradada (PDR) e não degradada no rúmen (PNDR) e proteína bruta (PB) em ovinos Somalis Brasileira em crescimento.

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

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

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

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

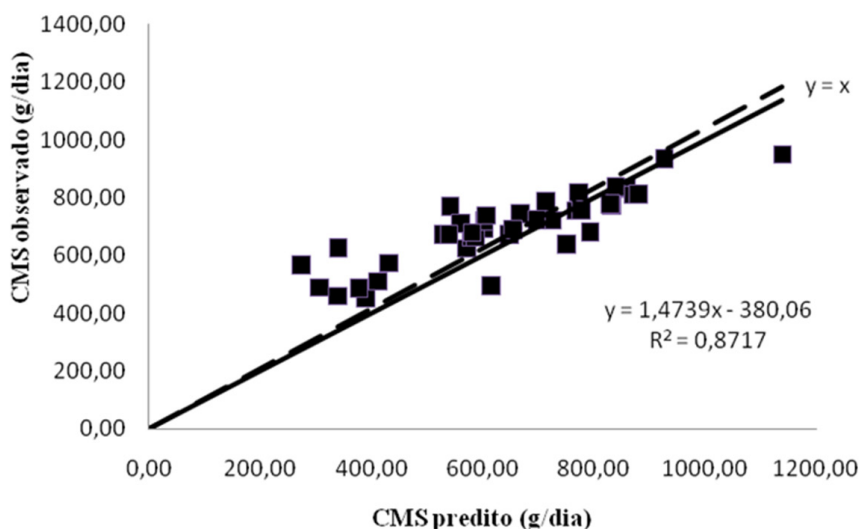
³ $k_{pm} = 1,00$;

⁴ $k_{pg} = 0,59$.

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

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

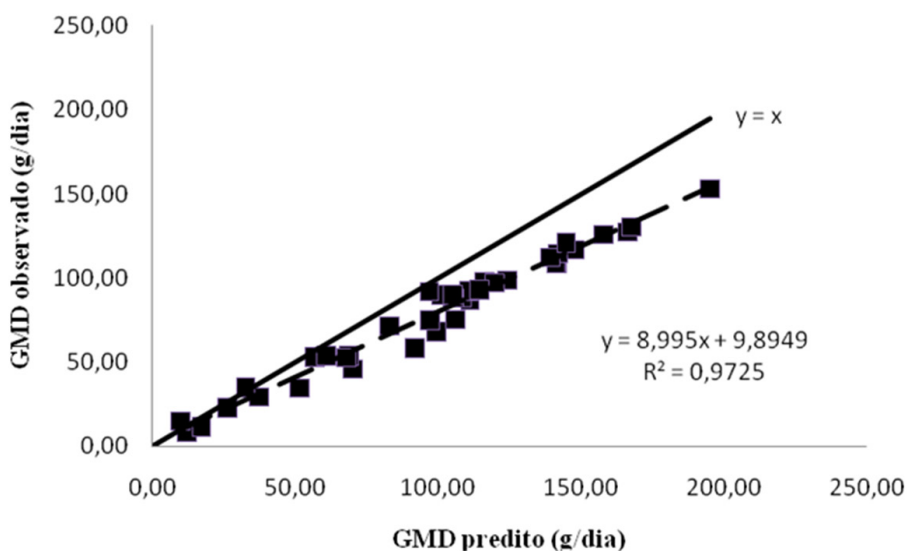
Figura 1. Relação entre o consumo de matéria seca (CMS) observado e predito pelo modelo SRNS em ovinos Somalis Brasileira em crescimento.



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

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

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



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

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

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

CONCLUSÃO

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

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

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

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

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

CANNAS, A.; TEDESCHI, L. O.; FOX, D. G.; PELL, A. N.; VAN SOEST, P. J. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 1, p. 149-169, 2004.

CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUE, L. T.; FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 335-342, 2008.

DETMANN, E.; QUEIROZ, A. C.; CECON, P. R.; ZERVOUDAKIS, J. T.; PAULINO, M. F.;

VALADARES FILHO, S. C.; CABRAL, L. S.; LANA, R. P. Consumo de Fibra em Detergente Neutro por Bovinos em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1763-1777, 2003 (Supl. 1).

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

FREITAS, J. A.; QUEIROZ, A. C.; DUTRA, A. R.; VIEIRA, R. A. M.; LANA, R. P.; LEONEL, F. P.; HENRIQUE, D. S.; LIMA, A. V.; SOUZA, J. C. Composição do ganho e exigências de energia e proteína para ganho de peso em bovinos Nelore puros e mestiços, em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 886-893, 2006.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of beef cattle**. 7.ed.

- Washington, D.C.: National Academy Press, 242p. 1996.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press. 248 p. 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press. 242 p. 2007.
- PHILLIPS, C. J. C. **Principles of cattle nutrition**. Cambridge: Cab International, 2001. 269p.
- REGADAS FILHOS, J. G. **Exigências energéticas e proteicas de ovinos Santa Inês em crescimento**. 2009. 80f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. 2009.
- REGADAS FILHO, J. G. L.; PEREIRA, E. S.; SELAIVE-VILLARROEL, A. B.; PIMENTEL, P. G.; MEDEIROS, A. N.; FONTENELE, R. M.; MAIA, I. S. G. Composição corporal e exigências líquidas protéicas de ovinos Santa Inês em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 6, p. 1339-1346, 2011a.
- REGADAS FILHO, J. G. L.; PEREIRA, E. S.; SELAIVE-VILLARROEL, A. B.; PIMENTEL, P. G.; FONTENELE, R. M.; COSTA, M. R. G. F.; MAIA, I. S. G.; SOMBRA, W. A. Efficiency of metabolizable energy utilization for maintenance and gain and evaluation of Small Ruminant Nutrition System model in Santa Ines sheep. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2558-2564, 2011b.
- SAS - System for Windows, Release 9.1. **SAS Institute Inc**, Cary, NC, USA, 2003.
- SILVA, A. E. D. F.; NUNES, J. F.; RIERA, G. S; FOOTE, W. C. Idade, peso e taxa de ovulação à puberdade em ovinos deslanados no Nordeste do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, n. 3, p. 271-283, 1988.
- SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, D. J.; VAN SOEST, P. J. FOX, D. G.; RUSSEL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.
- TEDESCHI, L. O.; FOX, D. G.; RUSSEL, J. B. Accounting for the effects of a ruminal nitrogen deficiency within the structure of the Cornell Net Carbohydrate and Protein System. **Journal of Animal Science**, v. 78, n. 6, p. 1648-1658, 2000.
- VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Cornell University, Ithaca, USA, 1985.
- VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, A. S. **Compostos nitrogenados na alimentação de novilhas leiteiras**. In: Novilhas leiteiras. PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; QUEIROZ, A.C.; MIZUBUTI, I.Y. Fortaleza: Graphiti gráfica e editora Ltda, 632 p. 2010.

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

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