



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E PRODUÇÃO ANIMAL NA  
AMAZÔNIA**

**SANDRA DE SOUSA BARCELOS**

**EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE OVINOS MISTIÇOS SANTA INÊS EM  
CONFINAMENTO**

**BELÉM  
2018**

**SANDRA DE SOUSA BARCELOS**

**EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE OVINOS MESTIÇOS SANTA INÊS EM  
CONFINAMENTO**

Dissertação apresentada à banca avaliadora como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Saúde e Produção Animal na Amazônia da Universidade Federal Rural da Amazônia, para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Produção Animal.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Kaliandra Souza Alves  
Co-orientadores: Prof. Dr. Mateus Pies Gionbelli  
e Prof. Dr. Rafael Mezzomo.

**BELÉM  
2018**

---

Barcelos, Sandra de Sousa

Exigências nutricionais de ovinos mestiços Santa Inês em confinamento / Sandra de Sousa Barcelos. – Belém, PA, 2018.

48 f.

Dissertação (Mestrado em Saúde e Produção Animal na Amazônia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2018.

Orientador: Kaliandra Souza Alves.

1. Ovinos – Exigências Nutricionais. 2. Ganho de Peso - Eficiência. 3. Equação de predição 4. Retenção de energia 4. Retenção de proteína 5. Ruminante. I. Alves, Kaliandra Souza (orient.) II. Título

---

CDD – 636.3852

---

**SANDRA DE SOUSA BARCELOS**

**EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE OVINOS MESTIÇOS SANTA INÊS EM  
CONFINAMENTO**

Dissertação apresentada à banca avaliadora como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Saúde e Produção Animal na Amazônia da Universidade Federal Rural da Amazônia, para obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Kaliandra Souza Alves

Aprovada em 22/02/2018

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Dr<sup>a</sup>. Kaliandra Souza Alves - Orientadora**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**

---

**Dr. José Gilson Louzada Regadas Filho – 1º Examinador**  
**CARGILL ANIMAL NUTRITION**

---

**Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho – 2º Examinador**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**

---

**Dr. Raylon Pereira Maciel – 3º Examinador**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**

## ***DEDICO***

*Ao meu querido filho Heitor por mudar a minha vida e me ensinar o significado do amor incondicional, tornando tudo tão mais leve e alegre.*

## ***O FEREÇO***

*Ao meu pai Paulo, minha mãe Joice e meus irmãos Elaine, Thiago e Íris que sempre me apoiaram, acreditaram e torceram.*

## ***ESPECIALM EN TE***

*Ao meu marido, Dênison, que esteve sempre presente, amparando-me com carinho, tolerância e amor. Apoiando minhas decisões e compartilhando sonhos.*

## *AGRADECIMENTOS*

*À Deus que, em Sua infinita bondade, me conduziu até aqui.*

*À Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, em especial ao Departamento de Zootecnia, Curso de Pós-graduação em Saúde e Produção Animal na Amazônia, pela oportunidade de realização deste curso.*

*À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES, pela concessão da bolsa.*

*À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Káliandra Souza Alves, um exemplo de força e determinação, pela orientação, amizade e incentivo constantes todos estes anos em que tive o privilégio de ser sua orientada. Por acreditar que eu seria capaz mesmo quando eu achava impossível. Serei sempre grata.*

*Aos professores Mateus Pies Gionbelli e Rafael Mezzomo, por aceitarem me coorientar, pelos ensinamentos e paciência em explicar tudo, mesmo depois da terceira vez que perguntava. Por dedicarem tempo e esforço a este trabalho, sempre com seus gabinetes abertos para mim.*

*Às amigas da “República Doralice”: Sarah, Franciele e Yara, por me receberem de braços abertos em Lavras todas as vezes que precisei.*

*Aos velhos amigos de graduação Raphael Bicho e Darley, pelo incentivo, amizade sincera e parceria de sempre.*

*À minha querida amiga da pós-graduação Janaina, pelo apoio e presença constantes.*

*Às tias do Berçário Colmeia, Hellem, Mariana e Tânia, por cuidarem tão bem do Heitor.*

*Ao meu pai “posticho” Márcio Barja pela visão de mundo e todos os valiosos conselhos.*

*Às minhas irmãs em Cristo, Edilene e Elínez, pela presença, orações e apoio, sou privilegiada por ter amigas tão valiosas.*

*Aos meus tios Wilson e Flora, pela generosidade e acolhimento na fase mais decisiva da minha formação, sem a qual não chegaria tão longe, meu muito obrigada.*

# EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE OVINOS MISTIÇOS SANTA INÊS EM CONFINAMENTO

## RESUMO

Objetivou-se determinar as exigências de energia e proteína para manutenção e ganho de peso para ovinos mestiços Santa Inês em crescimento, adicionalmente, estimar o peso em jejum e o peso do corpo vazio (PCVZ) dos animais em função do seu peso corporal alimentado. Foram utilizados dados de três experimentos de abate comparativo com ovinos castrados confinados de idade e peso corporal (PC) ( $20,74 \pm 2,99$  kg) semelhantes, totalizando 150 animais. Testaram-se três modelos para estimar o peso de corpo vazio (PCVZ) a partir do PC em jejum (PCJ) e mensuradas as perdas no jejum: linear, linear com intercepto e não linear. Estimou-se as exigências de energia líquida para manutenção ( $EL_m$ ), metabolizável para manutenção ( $EM_m$ ) e líquida para ganho ( $EL_g$ ), eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho (Santos et al.), exigência de proteína metabolizável para manutenção ( $PM_m$ ) e líquida para ganho ( $PL_g$ ) e eficiência de utilização de proteína metabolizável para ganho ( $k$ ). As perdas no jejum corresponderam a 6,18% do PC e a relação entre PCJ e PCVZ foi não linear. As  $EL_m$  e  $EM_m$  foram 70,44 e 109,34 kcal/kg  $PCVZ^{0,75}$ /dia, respectivamente. Para  $EL_g$ , o modelo ajustado baseou-se na relação da energia retida em função do PCVZ e do ganho de peso de corpo vazio desejado. Considerando dois cordeiros pesando 15 kg e 30 kg com ganho de 100 g/dia, a  $EL_g$  é 181 e 360 kcal/kg  $PCVZ^{0,75}$ /dia, respectivamente. A eficiência de utilização de energia metabolizável para ganho foi 0,41. Para  $PM_m$  estimou-se o valor de 3,19 g/kg  $PCVZ^{0,75}$ /dia. A  $PL_g$  foi de 13,13 e 13,61g/dia para animal de 15 e 30 kg de peso vivo, respectivamente, com mesma taxa de ganho, o que corresponde a concentração de proteína no ganho de 170,06 e 160,54 g/kg GPCVZ, respectivamente, e eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho variando de 0,66 a 0,41. Conclui-se que a  $PM_m$  e  $EM_m$  são similares às recomendações internacionais, as exigências líquidas por quilograma de ganho de peso de proteína diminuem e as de energia se elevam com o peso corporal, a  $PM_t$  e  $EM_t$  aumentam com o peso do animal.

**Palavras-chave:** Crescimento. Eficiência de ganho. Equação de predição. Retenção de energia. Retenção de proteína. Ruminante.

# NUTRIENT REQUIREMENTS OF SANTA INÊS CROSSBREED FEEDLOT SHEEP

## ABSTRACT

We aimed at determining the energy and protein requirements for maintenance and weight gain of growing Santa Inês crossbreed sheep and, in addition to that, we estimated their fasting body weight and empty body weight (EBW) as a function of their fed body weight. We used data from three comparative slaughtering experiments performed with 150 castrated feedlot sheep, all having similar age and body weight (BW) ( $20.74 \pm 2.99$  kg). We tested three models in order to estimate the empty body weight (EBW) based on the fasting BW (FBW) and measured the losses during fasting. The models were: linear, linear with intercept and nonlinear. We estimated the net energy requirements for maintenance ( $NE_m$ ), metabolizable energy for maintenance ( $ME_m$ ), net energy for weight gain ( $NE_g$ ), efficiency at the usage of metabolizable energy for weight gain (Santos et al.), metabolizable protein requirements for maintenance ( $MP_m$ ) and net protein for weight gain ( $NP_g$ ) and efficiency at the usage of metabolizable protein for weight gain ( $k$ ). The losses during fasting corresponded to 6.18% BW and the relation between FBW and EBW was nonlinear. The  $NE_m$  and  $ME_m$  were 70.44 and 109.34 kcal/kg  $EBW^{0.75}$ /day, respectively. For  $NE_g$ , the set up model was based on the retained energy relation as a function of the EBW and the target empty body weight gain. Considering two sheep whose weight were 15 kg and 30 kg with a weight gain of 100 g/day, the  $NE_g$  is 181 and 360 kcal/kg  $EBW^{0.75}$ /day, respectively. The efficiency at the usage of metabolizable energy was 0.41. For  $MP_m$ , we estimated the value 3.19 g/kg  $EBW^{0.75}$ /day. The  $NP_g$  was 13.13 and 13.61g/day for the 15 kg and 30 kg animals (live weight), respectively, with the same rate of gain, which corresponds to a protein concentration at gain of 170.06 and 160.54 g/kg EBW gain, respectively, and efficiency at the usage of metabolizable protein for gain varying from 0.66 to 0.41. The conclusions are that both  $MP_m$  and  $ME_m$  match international recommendations, the net protein requirements per kilogram of weight gain were reduced and the net energy requirements increase with the body weight, and the  $MP_t$  and  $ME_t$  increased with the animal's weight.

**Keywords:** Energy retention. Growth. Prediction equation. Protein retention. Ruminant. Weight gain efficiency.



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CED	Consumo de energia digestível
CEEd	Consumo de extrato etéreo digestível
CEM	Consumo de energia metabolizável
CEM <sub>g</sub>	Consumo de energia metabolizável disponível para ganho
CFDN <sub>cpd</sub>	Consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína digestível
CCNFd	Consumo de carboidratos não fibrosos digestíveis
CPBd	Consumo de proteína bruta digestível
CPM	Consumo de proteína metabolizável
CPM <sub>g</sub>	Consumo de proteína metabolizável disponível para ganho
CPNDR	Consumo de proteína não degradável no rúmen
EE	Extrato etéreo
EL <sub>g</sub>	Exigência de energia líquida para ganho
EL <sub>m</sub>	Exigência de energia líquida para manutenção
EM <sub>g</sub>	Exigência de energia metabolizável para ganho
EM <sub>t</sub>	Exigência de energia metabolizável total
ER	Energia retida
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN <sub>cp</sub>	Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína
GMD	Ganho médio diário
GMDJ	Ganho de peso diário em jejum
GPCVZ	Ganho de peso de corpo vazio
$k$	Eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho
$k_g$	Eficiência de utilização da energia metabolizável
$k_m$	Eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção
$k_p$	Eficiência de uso proteína metabolizável para manutenção
$k_v$	Eficiência variável de utilização da proteína metabolizável para ganho
MM	Matéria mineral
MO	Matéria orgânica
MS	Matéria seca

NDT	Nutrientes digestíveis totais
PB	Proteína bruta
PBmic	Proteína bruta microbiana
PC	Peso corporal
PCalor	Produção de calor
PCJ	Peso do corpo em jejum
PCVZ	Peso de corpo vazio
PL <sub>g</sub>	Exigência de proteína líquida para ganho
PL <sub>m</sub>	Exigência de proteína líquida para manutenção
PM <sub>g</sub>	Exigência de proteína metabolizável para ganho
PM <sub>m</sub>	Exigência de proteína metabolizável para manutenção
PM <sub>t</sub>	Exigência de proteína metabolizável total
PR	Proteína retida
TGI	Trato gastrointestinal

## Sumário

	Pág.
<b>RESUMO</b> .....	6
<b>ABSTRACT</b> .....	7
<b>1. CONTEXTUALIZAÇÃO</b> .....	11
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	16
<b>2. Exigências nutricionais de ovinos deslanados em confinamento</b> .....	19
<b>2.1 INTRODUÇÃO</b> .....	20
<b>2.2 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	21
2.2.1 <i>Animais, dietas e instalações</i> .....	21
2.2.2 <i>Variáveis de consumo e ensaio de digestibilidade</i> .....	22
2.2.3 <i>Abate e composição corporal</i> .....	24
2.2.4 <i>Estimativa das relações de peso</i> .....	25
2.2.5 <i>Cálculos de exigências de energia</i> .....	25
2.2.6 <i>Cálculos de exigências de proteína</i> .....	27
2.2.7 <i>Estimativa dos parâmetros</i> .....	28
2.2.8 <i>Comparações de modelos</i> .....	29
<b>2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	29
2.3.1 <i>Relações de peso corporal</i> .....	29
2.3.2 <i>Exigência de energia para manutenção</i> .....	31
2.3.3 <i>Retenção de energia e eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho</i> .....	32
2.3.4 <i>Exigência de proteína para manutenção</i> .....	34
2.3.5 <i>Retenção de proteína e eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho</i> .....	35
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	38

## 1. CONTEXTUALIZAÇÃO

A ovinocultura é considerada uma estratégia de desenvolvimento rural em muitos países, uma vez que se trata da criação de uma espécie altamente prolífera e que se adapta a distintas condições de temperatura e clima. No Brasil, a atividade passou por transformações nas últimas décadas, a qual foi desencadeada pela difusão da lã sintética, capaz de substituir a lã produzida a partir de ovelhas, reduzindo drasticamente a produção de ovinos para este fim (GUIMARÃES; SOUZA, 2014). A região Sul, que detinha o maior rebanho até a década de 90, diminuiu seu efetivo e introduziu raças mais especializadas na produção de carne, como consequência da alteração deste cenário. A partir do ano 1996, o Nordeste passou a ser o maior produtor do país, que somado ao rebanho da região Norte correspondeu a 66% do efetivo nacional no ano de 2016 (IBGE, 2017). Com isso, a base atual do rebanho nacional constitui-se de animais deslanados, de aptidão para produção de carne, com a predominância da raça Santa Inês e seus cruzamentos, uma raça brasileira que se destaca pela capacidade de adaptação ao clima tropical, resistência, prolificidade (PEREIRA et al., 2017) e menor estacionalidade reprodutiva.

Quando comparadas às lanadas, algumas raças deslanadas apresentam menor taxa de crescimento e carcaça de menor qualidade (GALVANI et al., 2009), por conseguinte, exigências nutricionais diferentes. Por isso, conhecer as exigências de nutrientes e energia, bem como sua eficiência de utilização é de suma importância para aumentar os índices produtivos (CHAY-CANUL et al., 2016). É necessário garantir que a dieta ofertada atenda aos requisitos nutricionais dos animais e que não haja desperdício de alimento, uma vez que a subalimentação afeta a saúde e o desempenho animal e a superalimentação aumenta os custos, o desperdício (VIEIRA et al., 2013) e alterações metabólicas aos animais.

Apesar da importância das raças deslanadas para a produção de carne e pele em países de clima tropical, os estudos realizados para determinar as exigências nutricionais desses animais são escassos (COSTA et al., 2013). Além disso, os valores obtidos, de modo geral, são bastante variados (GALVANI et al., 2008; REGADAS FILHO et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2014; PEREIRA et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2017) e insuficientes para gerar um sistema de exigências nutricionais para animais deslanados. Assim, sob via de regra, as formulações das dietas ainda são feitas com base nos sistemas internacionais (INRA, 1988; AFRC, 1993; CSIRO, 2007; NRC, 2007) que foram desenvolvidos por meio de estudos realizados com animais lanados em condições de clima temperado e, em alguns casos, utiliza

estudos com valores extrapolados de bovinos (RESENDE et al., 2008). O sistema americano NRC (2007), por exemplo, adotou o modelo proposto por Cannas et al. (2004) para determinar as exigências de ovinos, o qual consiste no “The Cornell Net Carbohydrate and Protein System” (CNCPS) modificado para ovinos. Sabe-se que diversos fatores contribuem para as diferenças nas exigências de nutrientes e energia: genótipo, espécie, condições fisiológicas, temperatura ambiente e sexo (VALADARES FILHO et al., 2016). De acordo com o NRC (2007), machos inteiros requerem 15% mais energia que machos castrados e estes, mais que as fêmeas. O que não foi observado nos dados obtidos em um estudo com machos inteiros, castrados e fêmeas realizado por Rodrigues et al. (2016), pois constataram não haver diferença estatística entre os status. No entanto, foram observadas diferenças em valores absolutos, afirmando que machos castrados possuem menor exigência de energia para manutenção comparados aos machos não castrados e fêmeas.

Apesar da preferência do mercado por ovinos castrados (SALES, 2014), estudos que avaliam esta categoria em condições tropicais ainda são escassos (SILVA et al., 2003; RODRIGUES et al., 2006; CUTRIM et al., 2016; PEREIRA et al., 2017). A redução na produção de testosterona causada pela castração altera a composição corporal, pois o animal castrado tende a depositar mais gordura, enquanto o não castrado é mais eficiente na deposição de tecido muscular (SALES, 2014). Por isso, determinar as exigências nutricionais de cordeiros castrados deslançados em condições tropicais torna-se fundamental.

A exigência de energia líquida para manutenção ( $EL_m$ ) é tida como a produção de calor do animal no estado de jejum e está relacionada com o atendimento das funções como manutenção da homeotermia, circulação, respiração, síntese de tecidos e atividades voluntárias (VALADARES FILHO et al., 2016).

A  $EL_m$  pode ser obtida por calorimetria, em que a produção de calor é obtida de forma direta e a energia retida é estimada, ou por abate comparativo, que estima a produção de calor. O abate comparativo é o mais utilizado em experimentos cujo objetivo é determinar as exigências nutricionais. Para utilizar este método é necessário que um grupo de animais seja abatido no início do período experimental e que os animais remanescentes sejam alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável, para que haja variação na energia retida no corpo e na produção de calor (LOFGREEN; GARRET, 1968). Assim, é determinada a composição química corporal daqueles animais abatidos no início do experimento, denominados animais referência, a qual é utilizada para estimar a composição química corporal inicial dos animais que foram submetidos ao ensaio. Após o período experimental estes são abatidos e a diferença entre a composição inicial e a composição final consiste na

retenção de energia, por meio da diferença entre a retenção de energia e o consumo de energia metabolizável calcula-se a produção de calor e, de posse destes dados, é possível estimar a  $EL_m$ .

Na maioria dos experimentos com ovinos, a  $EL_m$  é calculada por meio da regressão linear entre o logaritmo da produção de calor (PCalor) e consumo de energia metabolizável (CEM) proposta por Lofgreen e Garret (1968). No entanto, o uso de dados logaritmizados tem diminuído, pois estudos apontam que o método não linear exponencial sugerido por Ferrel e Jenkins (1998) é mais adequado para descrever a relação entre PCalor e CEM. Da mesma forma, autores que testaram os dois modelos, linear e não linear, sugerem que o método não linear deve ser priorizado, pois é mais preciso (Chizzotti et al., 2008).

Estudos com ovinos machos deslanados apresentam recomendações diversas para  $EL_m$ . Alguns pesquisadores (SILVA et al., 2003; GALVANI et al., 2014) reportam valores mais elevados que as recomendações internacionais que é de 62 kcal/kg  $PCJ^{0,75}$ /dia ou 70 kcal/kg  $PCVZ^{0,75}$ /dia (NRC, 2007). Por outro lado, outras pesquisas revelam comportamento inverso, como pode ser observado na Tabela 1, que mostra resultados de estudos realizados com ovinos em clima tropical, em sua maioria deslanados, comparados às recomendações internacionais.

Esta divergência pode ser parcialmente explicada pelas diferentes metodologias utilizadas para estimar a  $EL_m$  e pelas diferenças entre raças, níveis de produção, nível nutricional e condições ambientais dos diferentes estudos (RODRIGUES et al., 2016). A variabilidade nos resultados obtidos pelos estudos não nos permite concluir se ovinos deslanados possuem ou não exigências diferentes das recomendações internacionais, demonstrando a necessidade de ampliação da base de dados de exigências de energia para manutenção de animais criados em clima tropical.

A nutrição proteica é um dos principais fatores que afetam o desempenho animal. No que se refere à necessidade de proteína para manutenção, a exigência diária é a quantidade necessária para repor as perdas de nitrogênio na urina, fezes e descamação da pele (RESENDE et al., 2008), assim a exigência de proteína líquida para manutenção ( $PL_m$ ) é assumida como a soma das perdas endógenas (CHIZZOTTI et al., 2008). Outra forma de calcular a  $PL_m$  é por meio de regressão linear entre o N retido e o N consumido, multiplicado por 6,25 para converter em proteína. A principal diferença entre os dois métodos é que pela regressão, as perdas no pelo e descamação da pele não são consideradas. Há na literatura diferenças nos valores de  $PL_m$  e a metodologia utilizada é apontada como umas das fontes da grande variação na exigência  $PL_m$  para ovinos (REGADAS FILHO et al., 2011; COSTA et

al., 2013). As exigências proteicas dos animais têm sido expressas em termos de proteína metabolizável, que representa a quantidade de aminoácidos disponíveis para absorção no lúmen do intestino delgado (AFRC, 1993; CSIRO, 2007; NRC, 2007), sendo utilizada com eficiência distinta para cada processo fisiológico. Em todos os sistemas nutricionais, os valores para eficiência de uso proteína metabolizável para manutenção ( $k_p$ ) são fixos. Entretanto, a grande variabilidade existente entre os valores adotados [0,75 para o ARC (1980); 0,67 para o CSIRO (1990) e NRC (2007); 1,0 para o AFRC (1993) e 0,70 para o CSIRO (2007)] demonstra a incerteza acerca da real eficiência de uso dos aminoácidos absorvidos. Por isso, o modelo que estima a exigência de  $PL_m$  foi preterido pelo mais novo sistema de alimentação para bovinos, o BR-Corte, que utiliza a relação entre o consumo de proteína metabolizável (CPM) e o ganho de peso de corpo vazio dos animais para calcular a exigência de proteína metabolizável para manutenção ( $PM_m$ ), dispensado o cálculo de  $PL_m$  e  $k_p$ .

**Tabela 1.** Resultados de exigência de energia líquida para manutenção ( $EL_m$ ), energia metabolizável para manutenção ( $EM_m$ ) e eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção ( $k_m$ ) e ganho (Santos et al.)

Referência	$EL_m^1$	$EM_m^2$	n	$k_m^3$	$k_g^4$	Raça <sup>5</sup>	Sexo <sup>6</sup>
ARC (1980) <sup>7</sup> e AFRC (1993)	71,33	-	-	-	0,33	RL	M C F
CSIRO (1990) <sup>7</sup> e NRC (2007) <sup>8</sup>	70,00	-	-	0,64	-	RL	M C F
CSIRO (2007) <sup>7</sup>	67,65	-	-	-	-	RL	M C F
Pereira et al. (2017) <sup>9</sup>	68,12	96,32	38	0,60	0,37	SI	M C
	68,00	99,00	60	0,69	0,54	SRD	M C F
Rodrigues et al. (2016) <sup>9</sup>	79,00	108,00	20	0,69	0,48	SRD	M
	56,00	82,00	20	0,74	0,66	SRD	C
	70,00	104,00	20	0,68	0,51	SRD	F
Regadas Filho et al. (2013) <sup>9</sup>	61,50	87,23	24	0,70	-	SI	M
Costa et al. (2013) <sup>10</sup>	52,36	-	48	-	-	MN	M
Oliveira et al. (2014) <sup>10</sup>	51,93	78,53	35	0,66	0,48	SI	M
Pereira et al. (2014) <sup>10</sup>	57,31	-	48	-	-	SB	M
Gonzaga Neto et al. (2005) <sup>10</sup>	52,49	78,35	30	0,67	-	MN	M
Galvani et al. (2008) <sup>8, 10</sup>	66,53	103,95	30	0,64	0,47	TE <sub>x</sub> IF	M
Galvani et al. (2014) <sup>8, 10</sup>	81,17	126,5	84	0,63	0,34	SI <sub>x</sub> DP	M
Oliveira et al. (2017) <sup>10,11</sup>	58,80	93,50	223	0,63	0,36	SI MN SB	M C F
Silva et al. (2003) <sup>8, 10</sup>	87,18	132,09	17	0,66	-	SI	C

<sup>1</sup> $EL_m$  = energia líquida de manutenção com base no peso do corpo vazio (kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia); <sup>2</sup> $EM_m$  = energia metabolizável de manutenção (kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia); <sup>3</sup>Obtido pela divisão da  $EL_m$  pela  $EM_m$ ; <sup>4</sup>Considerado como o coeficiente de inclinação da relação entre o consumo de energia metabolizável (CEM) e a energia retida (ER); <sup>5</sup>RL = raças lanadas, SI = Santa Inês, SRD = Sem raça definida, MN = Morada Nova, SB = Somalis Brasileira, TE = Texcel, IF = Ile de France, DP = Dorper; <sup>6</sup>M = machos não castrados, C = machos castrados, F = fêmeas; <sup>7</sup>Valor originalmente dado em Mj/dia e convertido para kcal/kg PCVZ<sup>0,75</sup>/dia; <sup>8</sup> Valor dado com base no peso em jejum ou peso vivo, transformado para kcal/kg PCVZ<sup>0,75</sup>/dia; <sup>9</sup>Estudos que utilizaram modelo não linear para calcular  $EL_m$ ; <sup>10</sup> Calcularam  $EL_m$  por meio da regressão linear entre o logaritmo da produção de calor (PCalor) e consumo de energia metabolizável (CEM); <sup>11</sup>Dados oriundos de 7 (sete) experimentos com animais deslançados em crescimento.

Em relação às exigências de ganho, vale salientar que ao se avaliar a energia retida no corpo vazio do animal na forma de gordura e proteína é possível conhecer a exigência líquida de energia para ganho (GARRET et al., 1959). Por isso, a taxa de ganho e composição de ganho de corpo vazio são determinantes para o cálculo das exigências líquidas de energia ( $EL_g$ ) e proteína para ganho de peso ( $PL_g$ ). No entanto, a  $EL_g$  e a  $PL_g$  não possuem aplicação prática para a formulação de dietas, uma vez que a energia e proteína dos alimentos são representadas pela energia bruta ou metabolizável, sendo necessário transformar a  $EL_g$  e  $PL_g$  em exigência de energia metabolizável para ganho ( $EM_g$ ) e proteína metabolizável para ganho ( $PM_g$ ) por meio do cálculo de eficiência de utilização da energia metabolizável (Santos et al.) e da proteína metabolizável ( $k$ ) para ganho de peso.

Outro fator de importância para os cálculos de exigências é o peso dos animais. As avaliações das exigências nutricionais são realizadas por meio da composição do corpo vazio, pois este representa com exatidão a massa do animal, uma vez que a ingesta é retirada do trato gastrointestinal (TGI). Entretanto, os cálculos de dietas são realizados com base no peso corporal (PC) e, em alguns casos, como de experimentos, com base no peso em jejum, sendo necessário transformar as exigências de peso de corpo vazio (PCVZ) para PC. Segundo Lofgreen et al. (1962), as variações no conteúdo do TGI consistem na maior fonte de variação em mensuração de ganho de peso de animais ruminantes e como consequência proporcionam erros nos cálculos de exigência. Apesar disso, pouca atenção tem sido dada para a escolha do modelo mais adequado para as estimativas de peso em ovinos. Estudos (CANNAS et al., 2004) têm considerado que o peso do corpo em jejum (PCJ) corresponde a 96% do PC, o que se traduz em perda fixa de 4% ao submeter o animal ao jejum. Consideram também que as perdas no PCVZ são fixas, em torno de 15% ( $PCVZ = 0,851 \times PCJ$ ), no entanto, há relatos de que esta relação seja não linear (GIONBELLI et al., 2015). Por isso, modelos que estimem com acurácia as perdas no jejum, bem como as perdas representadas pelo TGI são valiosos para a correta aplicação dos cálculos de exigências.

Diante de exposto observa-se a necessidade de que a base de dados dos estudos acerca das exigências nutricionais e estimativas de peso de ovinos deslançados seja estendida e que estes estudos sejam integrados por meio de análises conjuntas.



## REFERÊNCIAS

- AFRC - AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International, 1993. 159p.
- ARC - AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. **The nutrient requirement of ruminant livestock**. Technical review. London: Agricultural Research Council Working Party, 1980. 351p.
- 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.
- CHAY-CANUL, A. J.; MAGAÑA-MONFORTE, J. G.; CHIZZOTTI, M. L.; PIÑEIRO-VÁZQUEZ, A. T.; CANUL-SOLÍS, J. R.; AYALA-BURGOS, A. J.; KU-VERA, J. C.; TEDESCHI, L. O. Energy requirements of hair sheep in the tropical regions of Latin America. Review. **Revista Mexicana Ciências Pecuárias**,7(1):105-125, 2016.
- CHIZZOTTI, M. L.; TEDESCHI, L. O.; VALADARES FILHO, S. C. A meta-analysis of energy and protein requirements for maintenance and growth of Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 7, p. 1588-1597, 2008.
- COSTA, M. R. G. F.; PEREIRA, E. S.; SILVA, A. M. A.; PAULINO, P.V.R.; MIZUBUTI, I. Y.; PIMENTEL, P.G.; PINTO, A. P.; ROCHA JUNIOR, J.N. Body composition and net energy and protein requirements of Morada Nova lambs. **Small Ruminant Research**, n 114, p. 206– 213. 2013.
- CSIRO - **Nutrient requirements of domesticated ruminants**. Australia, 2007. 270p.
- CUTRIM, D. O.; ALVES K. S.; SANTOS, R. C.; MATA, V. J. V.; OLIVEIRA, L. R. S.; GOMES, D. I.; MEZZOMO, R. Body composition and energy and protein nutritional requirements for weight gain in Santa Ines crossbred sheep. **Tropical Animal Health and Production**, DOI 10.1007/s11250-016-0996-7, vol. 18 n. 2, 2016.
- 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: I. Angus, Belgian Blue, Hereford, and Piedmontese sires. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 637–646, 1998.
- GALVANI, D. B.; PIRES, C. C.; KOZLOSKI, G. V.; SANCHEZ, L. M. B. Protein requirements of Texel crossbred lambs. **Small Ruminant Research**, 81, 55–62, 2009.
- GALVANI, D. B.; PIRES, C. C.; KOZLOSKI, G. V.; WOMMER, T. P. Energy requirements of Texel crossbred lambs. **Journal of Animal Science**, 86, 3480–3490, 2008.
- GALVANI, D. B., PIRES, A. V., SUSIN, I., GOUVÊA, V. N., BERNDT, A., CHAGAS, L. J.; DÓREA, J. R. R.; ABDALLA, A. L.; TEDESCHI, L. O. Energy efficiency of growing ram lambs fed concentrate-based diets with different roughage sources. **Journal of Animal Science**, 92, 250–263, 2014.

GARRETT, W. N.; MEYER, J.; LOFGREEN, G. The comparative energy requirements of sheep and cattle for maintenance and gain. **Journal of Animal Science**, v. 18, n. 2, p. 528-547, 1959.

GIONBELLI, M. P.; DUARTE, M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; CHIZZOTTI, M. L.; RODRIGUES, F. C.; GIONBELLI, T. R. S.; MACHADO, M. G. Achieving body weight adjustments for feeding status and pregnant or non-pregnant condition in beef cows. **PloS one**, v. 10, n. 3, p. e0112111, 2015.

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.

GUIMARÃES, V. P.; SOUZA, JDFN. Aspectos gerais da ovinocultura no Brasil. SELAIVE, A.B.; OSÓRIO, J.C.S **Produção de Ovinos no Brasil. São Paulo: Roca**, p. 03-11, 2014.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da pecuária Municipal**, 2016. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/3939#resultado>> Acesso em: 20/09/2017.

INRA - **Alimentation des bovins, ovins et caprins. Besoins animaux. Valeurs des aliments**. Tables INRA, 1988. Editions Quae, Versailles, France.

LOFGREEN, G. P.; HULL, J. L.; OTAGAKI, K. K. Estimation of empty body weight of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 21, n. 1, p. 20-24, 1962.

LOFGREEN, G. P.; GARRETT, W. N. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 27, n. 3, p. 793-806, 1968.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: sheep, goats, cervides, and world camelides**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 362p.

OLIVEIRA, A. P.; PEREIRA, E. S.; PINTO, A. P.; SILVA, A. M. A.; CARNEIRO, M. S. S.; MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. A.; CAMPOS, A. C. N.; GADELHA, C. R. F. Estimativas dos requisitos nutricionais e utilização do modelo Small Ruminant Nutrition System para ovinos deslanados em condições semiáridas. **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 35, n. 4, p. 1985-1998, jul./ago, 2014.

OLIVEIRA, A. P.; PEREIRA, E. S., BIFFANI, S.; MEDEIROS, A. N.; SILVA, A. M. A.; OLIVEIRA, R. L.; MARCONDES, M. I. Meta-analysis of the energy and protein requirements of hair sheep raised in the tropical region of Brazil. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, p. 1-9, 2017.

PEREIRA, E. S.; FONTENELE, R. M; SILVA, A. M. A.; OLIVEIRA, R. L.; FERREIRA, M. R. G.; MIZUBUTI, I. Y.; CARNEIRO, M. S. S.; CAMPOS, A. C. N. Body composition and net energy requirements of Brazilian Somali lambs. **Italian Journal of Animal Science**; volume 13:3583, 2014.

- PEREIRA, E. S.; LIMA, F. W. R.; MARCONDES, M. I.; RODRIGUES, J. P. P.; CAMPOS, A. C. N.; SILVA, L. P.; BEZERRA, L. R.; PEREIRA, M. W. F.; OLIVEIRA, R. L. Energy and protein requirements of Santa Ines lambs, a breed of hair sheep. **Animal**, p. 1-10, 2017.
- REGADAS FILHO, J. G. L.; PEREIRA, E. S.; VILLARROEL, A. B. S.; PIMENTEL, P. G.; DE MEDEIROS, A. N.; FONTENELE, R. M.; MAIA, I. S. G. Composição corporal e exigências líquidas proteicas de ovinos Santa Inês em crescimento Body composition and net protein requirements for growing Santa Inês sheep. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 6, p. 1339-1346, 2011.
- REGADAS FILHO, J. G. L.; PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; VILLARROEL, A. B. S.; MEDEIROS, A. N.; e 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 Zootecnia**, v.37, suplemento especial p.161-177, 2008.
- RODRIGUES, R. T. S.; CHIZZOTTI, M. L.; MARTINS, S. R.; DA SILVA, I. F.; QUEIROZ, M. A. Á.; SILVA, T. S.; BUSATO, K. C.; SILVA, A. M. A. Energy and protein requirements of non-descript breed hair lambs of different sex classes in the semiarid region of Brazil. **Tropical animal health and production**, v. 48, n. 1, p. 87-94, 2016.
- SALES, James. Quantification of the effects of castration on carcass and meat quality of sheep by meta-analysis. **Meat science**, v. 98, n. 4, p. 858-868, 2014.
- SILVA, A. M. A.; DA SILVA SOBRINHO, A. G.; TRINDADE, I. A. C. M.; RESENDE, K. T. D.; BAKKE, O. A. Net requirements of protein and energy for maintenance of wool and hair lambs in a tropical region. **Small Ruminant Research**, 49(2), 165-171. 2003.
- VALADARES FILHO, S. D. C., COSTA E SILVA, L. F.; GIONBELLI, M. P.; ROTTA, P. P.; MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. L.; PRADOS, L. F. Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR-CORTE. 3. ed. **Viçosa (MG): UFV, DZO**, 2016.
- VIEIRA, P. A. S.; PEREIRA, L. G. R.; AZEVÊDO, J. A. G.; NEVES, A. L. A.; CHIZZOTTI, M. L.; SANTOS, R. D., ARAÚJO, G. G. L.; MISTURAF, C.; CHAVES, A. V. Development of mathematical models to predict dry matter intake in feedlot Santa Ines rams. **Small Ruminant Research**, v. 112, n. 1, p. 78-84, 2013.

## 2. Exigências nutricionais de ovinos deslanados em confinamento

### RESUMO

Objetivou-se determinar as exigências de energia e proteína para manutenção e ganho de peso de ovinos deslanados em crescimento e, adicionalmente, estimar o peso em jejum e o peso do corpo vazio (PCVZ) dos animais em função do seu peso corporal em estado alimentado. Foram utilizados dados 150 animais oriundos de três experimentos de abate comparativo com ovinos castrados confinados de idade ( $5 \pm 0,96$  meses) e peso corporal (PC) semelhantes ( $20,74 \pm 2,99$  kg). Foram avaliados três modelos para estimar o peso de corpo vazio (PCVZ) a partir do PC em jejum (PCJ): linear, linear com intercepto e não linear. Foram estimadas as exigências de energia líquida para manutenção ( $EL_m$ ), metabolizável para manutenção ( $EM_m$ ) e líquida para ganho ( $EL_g$ ), eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho  $k_g$ , exigência de proteína metabolizável para manutenção ( $PM_m$ ) e líquida para ganho ( $PL_g$ ) e eficiência de utilização de proteína metabolizável para ganho ( $k$ ). As perdas no jejum corresponderam a 6,18% do PC e a relação entre PCJ e PCVZ foi não linear. A  $EL_m$  e  $EM_m$  foram 70,44 e 109,34 kcal/kg  $PCVZ^{0,75}$ /dia, respectivamente. Para  $EL_g$ , o modelo ajustado baseou-se na relação da energia retida em função do PCVZ e do ganho de peso de corpo vazio desejado. Considerando dois cordeiros pesando 15 kg e 30 kg com ganho de 100 g/dia, a  $EL_g$  estimada é 181 e 360 kcal/kg  $PCVZ^{0,75}$ /dia, respectivamente. A eficiência parcial de utilização de energia metabolizável para ganho foi 0,407. Para  $PM_m$  estimou-se o valor de 3,19 g/kg  $PCVZ^{0,75}$ /dia. A  $PL_g$  estimada para animais de 15 e 30 kg, com mesma taxa de ganho foi de 13,13 e 13,61g/dia, respectivamente, o que corresponde a concentração de proteína no ganho de 170,06 e 160,54 g/kg GPCVZ, e eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho variando de 0,66 a 0,41. As exigências nutricionais de ovinos mestiços Santa Inês não seguiram o padrão assumido pelos sistemas nutricionais de

<sup>1</sup>Este artigo será submetido ao periódico Journal of Animal Science, seguindo suas normas de apresentação

26 exigências de ovinos criados em clima temperado, exceto as exigências de energia para  
27 manutenção e eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção, que não  
28 diferiram. As perdas representadas pelo conteúdo do TGI após período de jejum e abate são  
29 maiores em ovinos mestiços Santa Inês que em animais deslanados.

30

31 **PALAVRAS-CHAVE:** crescimento, eficiência de ganho, energia metabolizável, energia  
32 líquida, proteína metabolizável, Santa Inês.

33

34

## 2.1 INTRODUÇÃO

35 Estabelecer os níveis adequados de nutrientes para cada fase de desenvolvimento do  
36 animal de acordo com o sistema de produção é fundamental para a melhoria dos índices  
37 produtivos. As exigências nutricionais podem variar com a espécie, peso e composição  
38 corporal, condições ambientais e fisiológicas, raça, sexo e idade (Oliveira et al., 2014). O  
39 peso corporal e dos seus constituintes são determinantes para a estimativa dos requerimentos  
40 nutricionais dos animais (Gionbelli et al., 2016), e para ovinos há poucas informações sobre o  
41 assunto (Galvani et al., 2010; Chay-Canul et al., 2011; Chay-Canul et al., 2014).

42 Além disso, é provável que haja diferenças nas exigências nutricionais entre as raças  
43 lanadas e deslanadas (Chay-Canul et al., 2016). A maioria dos ovinos criados no Brasil é da  
44 raça Santa Inês e seus cruzamentos, devido à grande adaptabilidade desses animais às  
45 condições tropicais (Souza et al., 2013). Apesar de existirem trabalhos realizados para avaliar  
46 as exigências nutricionais para ovinos deslanados, o volume de informações geradas ainda  
47 não foi suficiente para tornar possível a elaboração de um sistema nacional de requerimentos  
48 para estes animais. A formulação das dietas para ovinos em condições tropicais ainda é  
49 realizada por meio de sistemas internacionais, que foram elaborados a partir de experimentos  
50 com raças lanadas e em outras condições de temperatura e clima (INRA, 1988; AFRC, 1993;

<sup>1</sup>Este artigo será submetido ao periódico Journal of Animal Science, seguindo suas normas de apresentação

51 CSIRO, 2007; NRC, 2007). Estudos realizados com a raça Santa Inês (Galvani et al., 2014;  
52 Pereira et al., 2017) mostram resultados controversos em relação às recomendações de  
53 energia e proteína contidas naqueles sistemas, demonstrando a importância de pesquisas  
54 específicas para as condições e raças locais.

55 Assim, objetivou-se determinar as exigências de energia e proteína para manutenção e  
56 ganho de peso de ovinos deslanados em crescimento e, adicionalmente, estimar o peso em  
57 jejum e o peso do corpo vazio dos animais em função do seu peso corporal alimentado.

58

## 59 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 60 2.2.1 Animais, dietas e instalações

61 Foram utilizados dados de três experimentos de abate comparativo com ovinos  
62 mestiços Santa Inês, castrados (n=150), conduzidos no Setor de Pequenos Ruminantes e no  
63 Laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA,  
64 Campus de Parauapebas-PA, Brasil. Todos os procedimentos e protocolos utilizados foram  
65 aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal Rural da  
66 Amazônia, sob os protocolos: 03/2014, 04/2013 e 01/2012, para os experimentos 1, 2 e 3,  
67 respectivamente.

68 Foi utilizado banco de dados que possuía informações qualitativas: raça, sexo, status de  
69 castração, tratamento; e quantitativas: dias de confinamento, média de ingestão de energia  
70 metabolizável e nitrogênio, peso do corpo vazio (**PCVZ**) inicial e final, conteúdo do extrato  
71 etéreo (**EE**) e proteína bruta (**PB**) do PCVZ para cada animal. Consta na **Tabela 1** a  
72 estatística descritiva das principais variáveis utilizadas e breve descrição de cada um dos  
73 experimentos é apresentada na sequência.

74 *Experimento 1.* Foram utilizados 54 cordeiros machos, castrados, mestiços Santa Inês,  
75 com peso corporal (**PC**) médio inicial  $19,08 \pm 2,76$  kg. O grupo referência foi constituído de

<sup>1</sup>Este artigo será submetido ao periódico Journal of Animal Science, seguindo suas normas de apresentação

76 nove cordeiros selecionados aleatoriamente. Os animais restantes (n=45) foram distribuídos  
77 em delineamento inteiramente casualizado, adotando-se 14 dias para adaptação e 63 dias para  
78 coletas de dados. As dietas experimentais foram formuladas na relação 40% de volumoso e  
79 60% de concentrado, com 3,07 Mcal/kg MS, de forma a atender ao requerimento de ganho  
80 em peso diário médio de 200 g/animal/dia, para as exigências de animais de maturidade  
81 tardia (0,4), conforme NRC (2007). Detalhes deste estudo são descritos por Luz et al. (2017).

82 *Experimento 2.* Utilizou-se 54 cordeiros mestiços de Santa Inês, machos, castrados,  
83 com seis meses de idade e PC médio inicial de  $23,17 \pm 2,39$  kg. Após 20 dias de adaptação, o  
84 grupo referência foi constituído de nove cordeiros selecionados aleatoriamente, os outros 45  
85 foram mantidos em baias individuais. As dietas foram formuladas na relação 50% de  
86 volumoso e 50% de concentrado, com 2,20 Mcal/kg MS, de forma a atender aos  
87 requerimentos de ganhos em peso diário médio de 200 g/animal/dia, para animais de  
88 maturidade tardia de 0,4 (NRC, 2007). A composição das dietas é descrita com mais detalhes  
89 por Santos et al. (2016).

90 *Experimento 3.* Foram utilizados 42 cordeiros mestiços Santa Inês, machos, castrados,  
91 com PC inicial de  $19,79 \pm 1,92$  kg e quatro meses de idade. O grupo referência foi constituído  
92 de seis animais, os demais (n=36) foram submetidos às dietas experimentais, que consistiam  
93 numa relação 60% de volumoso e 40% de concentrado, com 2,43 Mcal/kg MS, de forma a  
94 atender aos requerimentos de ganhos em peso diários médios de 250 g/animal/dia, segundo o  
95 (NRC, 2007). Informações adicionais deste estudo podem ser encontradas em Cutrim et al.  
96 (2016).

97

### 98 2.2.2 Variáveis de consumo e ensaio de digestibilidade

99 Os ovinos de cada experimento foram submetidos a ensaios de digestibilidade.  
100 Enquanto ainda estavam em avaliação de desempenho, os animais foram adaptados às bolsas

<sup>1</sup>Este artigo será submetido ao periódico Journal of Animal Science, seguindo suas normas de apresentação

101 coletoras por três dias, seguido de um período de coleta de cinco dias. Amostras de alimento,  
 102 sobras e fezes foram coletadas diariamente e determinados os teores de matéria seca MS,  
 103 matéria orgânica (**MO**), matéria mineral (**MM**), PB, EE, fibra em detergente neutro corrigida  
 104 para cinzas e proteína (**FDNcp**) e fibra em detergente ácido (**FDA**) segundo metodologias  
 105 descritas por Detmann et al. (2012). Os carboidratos não-fibrosos foram obtidos pela  
 106 equação: %CNF = 100 – (%PB + %EE + %MM + %FDNcp), segundo (Sniffen et al., 1992).  
 107 O consumo de energia digestível (**CED**) pelos animais foi obtido pela multiplicação da fração  
 108 digestível de cada nutriente pelo seu valor calórico, conforme o NRC (2001):

$$CED = 5,6 \times CPd + 9,4 \times CEE d + 4,2 \times CFDNcpd + 4,2 \times CNFd \quad \text{Eq. 1}$$

109 em que CED = consumo de energia digestível (Mcal/dia); CPd = consumo de proteína  
 110 bruta digestível (kg/dia); CEE d = consumo de extrato etéreo digestível (kg/dia); CFDNcpd =  
 111 consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína digestível (kg/dia) e  
 112 CNFd = consumo de carboidratos não fibrosos digestíveis (kg/dia). O CED foi multiplicado  
 113 por 0,82, de acordo com o NRC (2000) para o cálculo do consumo de energia metabolizável  
 114 (**CEM**). Para o consumo de nutrientes digestíveis totais (Galvani et al.) assumiu-se que 1 kg  
 115 de NDT equivale a 4,409 Mcal de energia digestível.

116 O consumo de proteína metabolizável (**CPM**) foi estimado pela soma da proteína bruta  
 117 microbiana (PBmic) e consumo de proteína não degradável no rúmen (**CPNDR**) a partir da  
 118 equação:

$$CPM = (PBmic \times 0,64) + (CPNDR \times 0,80) \quad \text{Eq. 2}$$

119 em que CPM = consumo de proteína metabolizável (g/dia), PBmic = proteína bruta  
 120 microbiana, CPNDR = consumo de proteína não degradável no rúmen.

121 A PBmic foi calculada por meio do consumo de NDT (kg/dia) multiplicado pelo valor  
 122 médio da eficiência de síntese microbiana de 75,00 g PBmic /kg de NDT consumido, obtido a  
 123 partir de estudos recentes realizados com ovinos (Bayão et al., 2014; Freire et al., 2014;



124 Santos et al., 2015; Souza, 2016; Alves Júnior et al., 2017; Pereira, 2017; Santos Neta, 2017).  
125 A fração verdadeira da PBmic foi adotada como 80% e sua digestibilidade também adotada  
126 como 80%, representada pelo coeficiente de 0,64, o consumo de proteína não degradada no  
127 rúmen foi estimado como o consumo de proteína bruta menos a produção de proteína  
128 microbiana e sua digestibilidade considerada como 80% (NRC, 2000).

129

### 130 *2.2.3 Abate e composição corporal*

131 Os animais foram pesados no início do experimento e a cada 21 dias, após 16h de jejum  
132 de sólidos, para determinação do ganho médio de peso diário.

133 Ao final do período experimental do experimento 1, os cordeiros foram pesados às  
134 15:00h e após o jejum de sólidos de 16 horas, foram novamente pesados para obter o PC ao  
135 abate (PCJ), que foi realizado pela manhã do dia seguinte. Da mesma forma precedeu-se o  
136 experimento 2, com a diferença que o período de jejum foi de 18 horas. No experimento 3, ao  
137 atingirem 30 kg de PC os animais do grupo de maior consumo (4,96% do PC) foram  
138 abatidos, para cada dois animais abatidos neste grupo, foi abatido um animal do grupo de  
139 menor consumo (3,4% do PC). Os animais foram submetidos ao jejum de sólidos de 18  
140 horas, decorrido este tempo, foram novamente pesados.

141 Os animais foram insensibilizados e abatidos mediante sangria, quando se efetuou a  
142 colheita total do sangue. Após a esfolagem e evisceração, cada componente corporal (sangue,  
143 pele, patas, cabeça, vísceras e carcaça) foi pesado individualmente. O conteúdo do trato  
144 gastrointestinal, bexiga e vesícula biliar foram eliminados, possibilitando o cálculo do PCVZ,  
145 sendo definido como o PCJ menos os conteúdos do trato digestivo. Metade da carcaça, todos  
146 os órgãos, vísceras, patas, cabeça, pele e sangue foram pesados, congelados, moídos e, após  
147 homogeneizado, retirou-se amostras de 250 g por animal para serem analisadas quanto aos  
148 teores de EE, PB, cinzas e água, conforme metodologia descritas por Detmann et al. (2012).

<sup>1</sup>Este artigo será submetido ao periódico Journal of Animal Science, seguindo suas normas de apresentação

149 A retenção de energia (**ER**) corporal foi calculada a partir dos seus conteúdos de  
150 proteína e gordura, utilizando os valores calóricos de 5,6405 e 9,3929 Mcal/kg,  
151 respectivamente (ARC, 1980). A relação entre o PCJ e PCVZ de todos os animais foi  
152 utilizada para desenvolver equações de regressão não linear, dentro de cada estudo, para  
153 determinar o PCVZ inicial e a composição corporal inicial dos animais remanescentes.

154 Assim, após o abate dos animais submetidos aos tratamentos experimentais  
155 determinou-se o PCVZ e composição corporal final. Com base na diferença entre a  
156 composição corporal final e inicial calculou-se o ganho de peso de corpo vazio (**GPCVZ**) e a  
157 composição do ganho de PCVZ em proteína, gordura, cinzas e água.

158

#### 159 *2.3.4 Estimativa das relações de peso*

160 O ajuste de três tipos diferentes de modelos foi testado para a estimativa de PCJ em  
161 função do PC em estado alimentado e PCVZ em função do PCJ. Os modelos avaliados  
162 foram:

Linear com intercepto  $Y = aX + b$

Linear sem intercepto  $Y = aX$

Não linear  $Y = aX^b$

163 As relações de ganho diário de peso em jejum (**GMDJ**), estimado a partir do ganho  
164 médio diário (**GMD**); e GPCVZ, estimado a partir do GMDJ, foram estimadas por meio da  
165 primeira derivada dos modelos usados para estimar as relações de pesagem em função da taxa  
166 diária de ganho.

167

#### 168 *2.2.5 Cálculos de exigências de energia*

169 A produção de calor foi calculada como a diferença entre a ingestão de energia  
170 metabolizável e a retenção de energia (Lofgreen and Garrett, 1968). A exigência de energia

<sup>1</sup>Este artigo será submetido ao periódico Journal of Animal Science, seguindo suas normas de apresentação

171 líquida para manutenção ( $EL_m$ ) foi estimada pela regressão não linear da produção de calor  
 172 ( $PCalor$ ) em função do consumo de energia metabolizável ( $CEM$ ), segundo o modelo  
 173 descrito por Ferrell and Jenkins (1998):

$$PCalor = a \times e^{b \times CEM} \quad \text{Eq. 3}$$

174 em que  $PCalor$  = produção de calor (kcal/kg  $PCVZ^{0,75}$ /dia);  $a$  e  $b$  = coeficientes;  $e$  = log  
 175 natural; e  $CEM$  = ingestão de energia metabolizável (kcal/kg  $PCVZ^{0,75}$ /dia).

176 A energia metabolizável necessária para manutenção ( $EM_m$ , kcal/kg  $PCVZ^{0,75}$ /dia) foi  
 177 calculada por iteração, assumindo que a  $EM_m$  é o valor pelo qual a  $PCalor$  é igual ao  $CEM$ . A  
 178  $EL_m$  dividida pela exigência da  $EM_m$  foi considerada a eficiência de utilização da EM para  
 179 manutenção ( $k_m$ ).

180 Com os dados de desempenho dos animais, ajustou-se uma equação de regressão (Eq.  
 181 4) plotando a ER em função do ganho diário de  $PCVZ$  e do  $PCVZ$  metabólico ( $kg^{0,75}$ ) para  
 182 determinar a exigência de energia líquida para ganho ( $EL_g$ ).

$$ER = a \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^b \quad \text{Eq. 4}$$

183 em que ER = energia retida (kcal/kg  $PCVZ^{0,75}$ /dia),  $PCVZ^{0,75}$  = peso de corpo vazio  
 184 metabólico; GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia) e  $a$  e  $b$  = parâmetros da  
 185 regressão.

186 A eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho foi obtida a partir da  
 187 relação linear entre a ER em função do consumo de energia metabolizável disponível para  
 188 ganho ( $CEM_g$ ), sendo a  $k_g$  o coeficiente de inclinação da equação. O valor de  $CEM_g$  para  
 189 cada animal foi obtido pela diferença entre o consumo total de energia metabolizável e a  
 190 exigência de energia metabolizável para manutenção ( $CEM_g = CEM - EM_m$ ).

$$ER = k_g \times CEM_g \quad \text{Eq. 5}$$

191 em que ER = energia retida (kcal/kg PCVZ<sup>0,75</sup>/dia),  $k$  = eficiência de uso de energia  
 192 metabolizável para ganho, CEM<sub>g</sub> = consumo de energia metabolizável para ganho (kcal/kg  
 193 PCVZ<sup>0,75</sup>/dia).

194 A exigência de energia metabolizável para ganho (**EM<sub>g</sub>**) foi obtida a partir da divisão  
 195 da EL<sub>g</sub> pela  $k_g$ . A soma da EM<sub>m</sub> e EM<sub>g</sub> foi considerada exigência de total de energia  
 196 metabolizável (**EM<sub>t</sub>**).

197

### 198 2.2.6 Cálculos de exigências de proteína

199 A exigência de proteína metabolizável para manutenção (**PM<sub>m</sub>**) foi calculada por  
 200 regressão linear com intercepto (Eq. 6) entre o CPM e GPCVZ para animais em desempenho  
 201 e manutenção.

$$CPM = a + b \times GPCVZ \quad \text{Eq. 6}$$

202 em que CPM=consumo de proteína metabolizável, GPCVZ = ganho de peso de corpo  
 203 vazio (kg/dia) e  $a$  e  $b$  = parâmetros da regressão.

204 O intercepto desta equação dividido pela média do peso de corpo vazio metabólico foi  
 205 considerado a exigência de PM<sub>m</sub>.

$$PM_m = \frac{a}{PCVZ^{0,75}} \quad \text{Eq. 7}$$

206 em que PM<sub>m</sub>= proteína metabolizável para manutenção (g/kg PCVZ<sup>0,75</sup>/dia), PCVZ<sup>0,75</sup> =  
 207 média do peso de corpo vazio metabólico,  $a$  = intercepto da Eq. 6.

208 O requerimento de proteína líquida para ganho foi calculado por meio do ajuste de um  
 209 modelo da proteína retida (**PR**) em função da ER e ganho diário de PCVZ, utilizando apenas  
 210 os animais em desempenho, conforme a Eq. 8.

$$PR = a \times GPCVZ + b \times ER \quad \text{Eq. 8}$$

211 em que PR= proteína retida (g/dia),  $a$  e  $b$ = parâmetros da regressão múltipla entre  
 212 GPCVZ (kg/dia) = ganho de peso de corpo vazio e ER = energia retida (kcal/dia),  
 213 respectivamente.

214 A eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho ( $k$ ) foi considerado  
 215 como o coeficiente de inclinação obtido da regressão entre a PR e o consumo de proteína  
 216 metabolizável disponível para ganho ( $CPM_g$ ). O valor de  $CPM_g$  para cada animal foi obtido  
 217 pela diferença entre o consumo total de proteína metabolizável e a exigência de proteína  
 218 metabolizável para manutenção ( $CPM_g = CPM - PM_m$ ), o modelo ajustado foi:

$$PR = k \times CPM_g \quad \text{Eq. 9}$$

219 em que PR = proteína retida (g/dia),  $k$  = eficiência de uso de proteína metabolizável  
 220 para ganho,  $CPM_g$  = consumo total de proteína metabolizável disponível para ganho (g/dia).  
 221 Com o modelo acima obteve-se a  $k$  fixa.

222 De modo alternativo, a  $k$  foi considerada variável e calculada a partir da divisão da PR  
 223 retida pelo  $CPM_g$  ( $k_v = PR / CPM_g$ ), sendo este resultado relacionado ao PCVZ pelo modelo:

$$k_v = a - b \times PCVZ \quad \text{Eq. 10}$$

224 A exigência de proteína metabolizável para ganho ( $PM_g$ ) foi obtida a partir da divisão  
 225 da  $PL_g$  pela  $k$ . Portanto, a exigência total de proteína ( $PM_t$ ) foi dada por  $PM = PM_m + PM_g$ .

226

### 227 2.2.7 Estimativa dos parâmetros

228 Os procedimentos MIXED e NLMIXED do SAS versão 9.2 (SASInst. Inc., Cary, NC)  
 229 foram utilizados para estimar os parâmetros dos modelos lineares e não lineares,  
 230 respectivamente. Parâmetros dos efeitos fixos foram considerados significativos quando  
 231  $P < 0,05$ . Os experimentos foram usados como efeito aleatório em todas as análises.

232

233 *2.2.8 Comparações de modelos*

234 O ajuste de diferentes estruturas de modelos para a mesma base de dados, quando  
 235 necessário, foi comparado utilizando-se o Critério de Informação de Akaike (AIC) (Akaike,  
 236 1974). A probabilidade de melhor ajuste de um modelo em relação a outro foi calculada por  
 237 meio da razão de evidência do AIC (Motulsky and Christopoulos, 2003) com base na  
 238 diferença absoluta do valor de AIC para os dois modelos.

239

**2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

240 Consta na **Tabela 2** o resumo das equações geradas neste estudo para predição das  
 241 relações de pesos e exigências de energia e proteína para ovinos deslanados.

242

243 *2.3.1 Relações de peso corporal*

244 O ajuste de um modelo linear sem intercepto (AIC = -62,3) foi melhor para descrever a  
 245 relação entre PC e PCJ em comparação aos modelos linear (AIC = -60,3) com intercepto e  
 246 não linear (AIC = -60,3). Com base na razão de evidência do AIC, há probabilidade de 73,1%  
 247 de que o modelo linear apresente melhor ajuste, contra 26,9% de probabilidade dos demais  
 248 modelos. O modelo final ajustado para estimar o PCJ em função do PC para cordeiros  
 249 deslanados castrados em crescimento foi:

$$PCJ = 0,9382 \pm 0,0016 \times PC \quad (R_{xy} = 0,9925) \quad \text{Eq. 11}$$

250

em que PCJ = peso corporal em jejum e PC = peso corporal.

251

O modelo linear obtido pela relação entre PCJ e PC neste estudo mostra que o PCJ  
 252 corresponde a 93,82 % do peso do animal alimentado, representando uma relação fixa de  
 253 6,18 % de perdas no jejum. Resultados semelhantes foram verificados em estudos de  
 254 aplicação dos modelos nutricionais para pequenos ruminantes (Cannas et al., 2004; Tedeschi  
 255 et al., 2010) que definiram o PCJ como sendo 96% do PC total para ovinos.

<sup>1</sup>Este artigo será submetido ao periódico Journal of Animal Science, seguindo suas normas de apresentação

256 Para estimar o ganho médio diário de peso em jejum (GMDJ) em função do ganho  
 257 médio diário (GMD), usou-se o mesmo fator da Eq. 11, conforme equação:

$$GMDJ = 0,9382 \times GMD \quad \text{Eq. 12}$$

258 em que GMDJ = ganho de peso em jejum (g/dia) e GMD = ganho médio diário (g/dia).  
 259 Assim como o PCJ, o GMDJ correspondeu a 94% do GMD, pois esta medida deriva da  
 260 diferença entre pesagens do PCJ.

261 A relação entre PCJ e PCVZ foi melhor descrita por um modelo não linear (AIC =12,5)  
 262 em comparação aos modelos linear com intercepto (AIC = 13,7) e linear sem intercepto (AIC  
 263 = 26,2). A razão de evidência do AIC mostrou probabilidade de melhor ajuste de 63,3% vs  
 264 35,7% para o modelo não linear em relação ao modelo linear com intercepto e de 100% vs  
 265 0,0% para o modelo não linear em relação ao modelo linear sem intercepto. O modelo final  
 266 ajustado para estimar o PCVZ em função do PCJ para cordeiros deslanados castrados em  
 267 crescimento foi:

$$PCVZ = 0,5072 \pm 0,0516 \times PCJ^{1,1351 \pm 0,0276} \quad (R_{xy} = 0,9756) \quad \text{Eq. 13}$$

268 em que PCVZ = peso do corpo vazio e PCJ = peso corporal em jejum.

269 O modelo não linear observado neste estudo considera que as proporções de peso e de  
 270 taxa ganho variam de acordo com o peso do animal. Mesmo após ser submetido ao jejum de  
 271 sólidos por mais de 16 horas o animal permanece com ingesta no trato gastrointestinal. Esse  
 272 estudo sugere uma relação não linear entre o peso PCJ e o PCVZ, com redução do conteúdo  
 273 proporcional do TGI a medida que o animal aumenta de peso. Uma relação não linear entre o  
 274 PCJ e PCVZ também foi demonstrada para vacas Gionbelli et al. (2015). Portanto, para  
 275 animais em crescimento, como os utilizados neste estudo, a perda no PCVZ representada pelo  
 276 alimento é maior para animais de 20 kg (25%) em relação aos animais que atingiram o peso à  
 277 maturidade (17% para animais de 40 Kg).

<sup>1</sup>Este artigo será submetido ao periódico Journal of Animal Science, seguindo suas normas de apresentação

278 Para estimar a taxa de ganho médio diário de PCVZ, usou-se o resultado da primeira  
 279 derivada da Eq. 13 em função do GMDJ, gerando a equação abaixo:

$$GPCVZ = GMDJ \times 0,5757 \times PCJ^{0,1351} \quad \text{Eq. 14}$$

280 em que GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (g/dia), GMDJ = ganho médio diário em  
 281 jejum (g/dia) e PCJ = peso corporal em jejum.

282 Realizar a conversão do GMD em GPCVZ sem considerar o GMDJ, parece  
 283 inadequado, pois não considera que há perdas decorrentes do jejum, superestimando as  
 284 exigências líquidas em 6%, no caso deste estudo. Assim, estimou-se o GPCVZ por meio do  
 285 GMDJ utilizando equação não linear (Eq. 14). A partir desse resultado, observou-se que a  
 286 relação entre GPCVZ e GMDJ variou de 0,82 a 0,90, para animais com 15 e 30 kg, com  
 287 ganhos médios diários variando 100 a 300 g/dia.

288

### 289 2.3.2 Exigência de energia para manutenção

290 A **Figura 1** apresenta a relação não linear entre PCalor e CEM, sendo que a equação  
 291 geral para calcular a  $EL_m$  foi:

$$PCalor = 70,4444 \pm 2,120 \times e^{0,00402 \pm 0,00010 \times CEM} \quad \text{Eq. 15}$$

292 O valor estimado para  $EL_m$  foi 70,44 kcal/kg PCVZ<sup>0,75</sup>/dia. Considerando-se o intervalo  
 293 de confiança de 95% para esse parâmetro [66,14; 74,74], observa-se que os valores  
 294 reportados por autores que utilizaram animais com características semelhantes estão dentro  
 295 do intervalo verificado neste estudo (Regadas Filho et al., 2013; Pereira et al., 2017). Ao se  
 296 converter a  $EL_m$  para a base de PCJ metabólico (PCJ<sup>0,75</sup>) obtém-se 59,37 [56,11; 63,40]  
 297 kcal/kg PCJ<sup>0,75</sup>/dia, intervalo dentro da recomendação média dos principais sistemas  
 298 internacionais para ovinos sem ajustes [NRC (2007): 62 kcal/kg PCJ<sup>0,75</sup>/dia; AFRC (1993):  
 299 62,2 kcal/kg PCJ<sup>0,75</sup>/dia]. O valor no qual a produção de calor se igualou ao CEM foi 109,34  
 300 kcal/kg PCVZ<sup>0,75</sup>/dia, que corresponde à  $EM_m$ , sendo a  $k_m$  de 0,644. O NRC (2007) utiliza

<sup>1</sup>Este artigo será submetido ao periódico Journal of Animal Science, seguindo suas normas de apresentação



301 valor fixo para eficiência de utilização de energia para manutença, que é idêntico ao deste  
302 estudo ( $k_m = 0,644$ ).

303 Esses resultados corroboram com a afirmação de Regadas Filho et al. (2013) de que as  
304 diferenças entre respostas ao usar as tabelas internacionais e as observadas em ovelhas  
305 deslanadas possivelmente não foram devido à exigência de manutença. Variações na  
306 composição corporal influenciam as exigências de manutença. Sabe-se que a atividade  
307 metabólica é maior no tecido muscular quando comparado ao tecido adiposo. Portanto, é  
308 possível que esta seja a razão pelo qual os animais apresentaram exigência de manutença  
309 ligeiramente aumentada, em relação aos resultados obtidos por estudos com raças deslanadas  
310 (Gonzaga Neto et al., 2005; Oliveira et al., 2014) uma vez que eram animais em fase de  
311 crescimento, com desenvolvimento muscular ascendente.

312 É possível também que o tamanho do TGI dos animais utilizados neste estudo seja  
313 maior que o dos animais utilizados nos estudos compilados pelos sistemas internacionais.  
314 Esta suposição é suportada pelos resultados obtidos nas equações de relações de peso, por  
315 meio das quais observou-se maiores proporções nas perdas referentes ao conteúdo do TGI,  
316 conforme discutido anteriormente.

317

### 318 *2.3.3 Retenção de energia e eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho*

319 Toda a energia retida no PCVZ dos animais na forma de gordura e proteína é entendida  
320 coma a exigência de energia para ganho de peso (Garrett et al., 1959). Neste contexto, para o  
321 cálculo de  $EL_g$  o modelo ajustado baseou-se na relação da energia retida em função do PCVZ  
322 e do ganho de peso de corpo vazio desejado:

$$ER = 461,9 \pm 53 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,0456 \pm 0,0587} \quad \text{Eq. 16}$$

323 Esse modelo a ser utilizado foi o mais adequado, pois considera que variações na taxa  
324 de ganho produzem exigências de energia para ganho diferentes. Por exemplo, um cordeiro

<sup>1</sup>Este artigo será submetido ao periódico Journal of Animal Science, seguindo suas normas de apresentação

325 que está ganhando mais peso por dia, tem maior proporção de energia no ganho. Isso  
326 demonstra que a exigência líquida de ganho de um cordeiro mais pesado é maior que a de um  
327 cordeiro mais leve. Normalmente é o que os resultados mostram e esse tipo de ajuste no  
328 modelo o faz ser melhor quando comparado aos que simplesmente consideram a composição  
329 do ganho fixa e independente da taxa de ganho. Acredita-se que pequenos ajustes no modelo  
330 podem ser valiosos para a acurácia do resultado, pois estudos apontam a metodologia  
331 utilizada como uma das fontes de variação nos valores de  $EL_g$  (Oliveira et al., 2017).

332 Os resultados evidenciam que a concentração de energia no ganho depende cerca de  
333 96% do peso do animal e 4% da taxa de ganho. Portanto, dois cordeiros pesando 15 kg e 30  
334 kg com ganho de 100 g/dia terão  $EL_g$  de 181 e 360 kcal/kg  $PCVZ^{0,75}$ /dia, respectivamente,  
335 conforme é apresentado na **Tabela 3**.

336 Na **Figura 2** está representada a ER em função do  $CEM_g$  disponível para ganho, onde a  
337 inclinação da reta corresponde à  $k_g = 0,41$  conforme o modelo:

$$ER = 0,407 \pm 0,259 \times CEM_g \quad \text{Eq. 17}$$

338 A qual foi utilizado para converter a  $EL_g$  em  $EM_g$  ( $EM_g = EL_g/0,41$ ). Neste modelo a  $k_g$   
339 representa a eficiência com a qual a quantidade de energia metabolizável é retida no corpo e  
340 foi superior aos resultados observados por estudos que utilizaram a mesma relação (Oliveira  
341 et al., 2017; Pereira et al., 2017), no entanto, empregaram o modelo de equação com  
342 intercepto.

343 Utilizando a mesma abordagem, um estudo com ovinos mestiços 1/2 Santa Inês x 1/2  
344 Dorper alimentados com dietas de baixa qualidade de volumoso verificou valor de 0,41  
345 (Galvani et al., 2014). Justificado pela elevada retenção de gordura visceral daqueles animais,  
346 pois a eficiência com que a energia é retida no corpo depende das proporções de energia  
347 retida na forma de proteína e gordura, sendo a eficiência de deposição da gordura superior.  
348 Como a gordura é a principal forma de reserva energética para o animal e possui valor

<sup>1</sup>Este artigo será submetido ao periódico Journal of Animal Science, seguindo suas normas de apresentação

349 calórico maior que a proteína (ARC, 1980), quanto maior a porcentagem de gordura no  
350 ganho, maior será sua concentração energética. Confirmando o resultado obtido neste estudo.

351 As exigências de nutrientes totais foram calculadas usando o método fatorial, adotado  
352 na maioria dos sistemas, segundo o modelo utilizado a  $EM_t$  se eleva com aumentos no PC e  
353 GMD e pode ser menor ou maior que o recomendado pelo NRC (2007), dependendo do peso  
354 do animal.

355

#### 356 2.3.4 Exigência de proteína para manutenção

357 Para a estimativa da  $PM_m$  obteve-se o seguinte modelo:

$$CPM = 30,14 \pm 2,05 + 352,27 \pm 15,97 \times GPCVZ \quad \text{Eq. 18}$$

358 Por meio da divisão do intercepto da Eq. 18 pelo peso metabólico médio dos animais  
359 (9,45 kg) a  $PM_m$  foi 3,19 g/kg  $PCVZ^{0,75}$ /dia. Convertendo este valor para PC, obtêm-se a  
360 estimativa 2,56 g/kg  $PC^{0,75}$ /dia. Valor superior aos recomendados pelos sistemas INRA  
361 (1988) e AFRC (1993) que estabeleceram  $PM_m$  como 2,51 e 2,18 g/kg  $PC^{0,75}$ /dia,  
362 respectivamente. Porém, estes sistemas estimam a  $PM_m$  pelo somatório das perdas de  
363 nitrogênio na urina, fezes e descamação da pele, dividido pela eficiência de utilização da  
364 proteína metabolizável, que é bastante variável entre os distintos sistemas nutricionais (NRC,  
365 2007).

366 Por outro lado, o modelo utilizado neste estudo considera a influência do consumo de  
367 PM sobre a dinâmica de crescimento animal e é apontado como alternativa para melhor  
368 estimar a  $PM_m$  (Watson et al., 2017), uma vez que leva em consideração a eficiência de  
369 síntese da proteína microbiana. Além disso, nesta pesquisa considerou-se que a ineficiência  
370 de captação de N degradado no rúmen para N microbiano foi compensada pela reciclagem de  
371 ureia no fígado para o rúmen e glândulas salivares (Valadares Filho et al., 2016).

372

<sup>1</sup>Este artigo será submetido ao periódico Journal of Animal Science, seguindo suas normas de apresentação

373 2.3.5 Retenção de proteína e eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho

374 A equação geral para estimar a  $PL_g$  foi:

$$PR = 181,79 \pm 15,74 \times GPCVZ - 0,005 \pm 0,0037 \times ER \quad \text{Eq. 19}$$

375 As proporções dos tecidos são influenciadas pelo peso corporal, idade, grupo  
 376 genético, nível de consumo de energia e sexo. De acordo Garrett (1980) o grupo genético  
 377 teria maior influência sobre a composição corporal do que o nível nutricional. A maioria dos  
 378 estudos indica redução das exigências líquidas de proteína por quilograma de ganho de peso à  
 379 medida que o peso corporal aumenta (Rodrigues et al., 2016; Pereira et al., 2017),  
 380 confirmando os resultados desta pesquisa. Onde verificou-se  $PL_g$  de 13,13 e 13,61g/dia para  
 381 animal de 15 e 30 kg de peso vivo, respectivamente, com mesma taxa de ganho (100 g/dia).  
 382 O que corresponde a concentração de proteína no ganho de 170,06 e 160,54 g/kg GPCVZ,  
 383 respectivamente.

384 A eficiência estática de utilização da proteína metabolizável para ganho ( $k$ ) de 0,43 foi  
 385 obtida pelo modelo abaixo e está representada na **Figura 4**.

$$PR = 0,4276 \pm 0,012 \times CPM_g \quad \text{Eq. 20}$$

386 A  $k$  é dependente da qualidade do perfil de aminoácidos na PNDR digestível e da  
 387 proporção entre PNDR digestível e da proteína microbiana verdadeira digestível no intestino  
 388 delgado (Valadares Filho et al., 2016). No entanto, muitos outros fatores podem afetar a  
 389 eficiência de uso da proteína metabolizável para ganho, pois se considerarmos que a  $PL_g$  é  
 390 dependente da composição e da taxa de ganho, seria coerente considerar também que estes  
 391 fatores exercem influência direta sobre a  $k$ . Por esse motivo ajustou-se outro modelo para  
 392 estimar a  $k$  (**Figura 5**), considerando que esta varia com o PCVZ, denominada aqui de  $k_v$ :

$$k_v = 0,8679 \pm 0,1175 - 0,0204 \pm 0,0056 \times PCVZ \quad \text{Eq. 21}$$

393 Enquanto o AFRC (1993) considera a eficiência de utilização da PM para ganho fixa  
 394 de 0,59, o sistema francês considerou que a  $k$  varia à medida que o peso corporal aumenta

<sup>1</sup>Este artigo será submetido ao periódico Journal of Animal Science, seguindo suas normas de apresentação

395 (INRA, 1988). Essa eficiência decrescente foi confirmada por Wilkerson et al. (1993).  
396 Segundo o modelo obtido neste estudo, um ovino com 15 kg de PC (10,20 kg de PCVZ)  
397 possui eficiência igual a 0,66 enquanto um ovino de 30 kg de PC (22,41 kg de PCVZ) possui  
398 eficiência de 0,41.

399 A exigência de proteína metabolizável é calculada para cada função metabólica  
400 separadamente e depois somada (AFRC, 1993). Por considerar mais adequada, utilizou-se a  
401  $k_v$  para o cálculo da exigência de proteína metabolizável para ganho. Assim, as exigências  
402 totais de proteína obtidas neste estudo são superiores aos valores reportados por estudo  
403 realizado com animais de idade e tipo racial semelhantes (Oliveira et al., 2017). Esta  
404 diferença provavelmente existe, devido os estudos citados (NRC, 2007; Oliveira et al., 2017)  
405 utilizarem valor fixo de 0,70 para  $k$ , o que pode ter subestimado as recomendações de  $PM_t$  e  
406 desconsiderado o fato que um animal maduro seria menos eficiente para depositar proteína na  
407 forma de músculo. Os resultados deste estudo demonstram que as recomendações se elevam  
408 com o peso do animal devido à  $k_v$ , que diminui com a elevação do peso.

409 A escassez de pesquisas semelhantes a esta limita a comparação dos dados e, ao  
410 mesmo tempo, demonstra a necessidade de atualização dos estudos acerca das exigências  
411 nutricionais, bem como, a eficiência com a qual os ovinos deslanados utilizam os nutrientes.  
412 Os resultados obtidos não dão suporte à hipótese de que ovinos deslanados possuem  
413 exigências de energia e proteína inferiores à de animais lanados. O PCVZ e GPCVZ bem  
414 como a escolha do modelo para sua estimativa são determinantes para a correta aplicação  
415 prática dos resultados de exigências. Por isso, mais estudos são necessários.

416 Por meio do presente estudo conclui-se que as exigências nutricionais de ovinos  
417 mestiços Santa Inês não seguem o padrão assumido pela maioria dos sistemas nutricionais,  
418 exceto às exigências de energia para manutenção e eficiência de utilização da energia  
419 metabolizável para manutenção, que não diferiram. As perdas representadas pelo conteúdo do

<sup>1</sup>Este artigo será submetido ao periódico Journal of Animal Science, seguindo suas normas de apresentação

420 TGI após período de jejum e abate são maiores em ovinos mestiços Santa Inês que em  
421 animais lanados.

## LITERATURA CITADA

- 422  
423  
424 AFRC. 1993. Energy and Protein Requirements of Ruminants. CAB INTERNATIONAL,  
425 Wallingford, UK.
- 426 Akaike, H. 1974. A new look at the statistical model identification. *IEEE T Automat Contr*  
427 *AC-19(6):716-723.*
- 428 Alves Júnior, R. T., E. J. O. d. Souza, A. A. S. d. Melo, D. K. d. Andrade Silva, T. R. Torres,  
429 G. F. C. Pereira, C. S. d. Silva, and J. R. C. d. Silva. 2017. Mesquite Extract as  
430 Phytogenic Additive to Improve the Nutrition of Sheep. *J. Agr. Sci.* 9(7):164.
- 431 ARC. 1980. The nutrient requirements of ruminants livestock. CAB International, London,  
432 UK.
- 433 Bayão, G. F. V., A. C. d. Queiroz, S. G. d. Freitas, C. D. A. Batalha, K. R. S. Sousa, R. M.  
434 Pimentel, L. L. Cardoso, and A. J. d. S. Cardoso. 2014. Substituição do resíduo da  
435 produção de palmito da Palmeira Real Australiana (*Archontophoenix alexandrae*) na  
436 silagem de cana-de-açúcar em dietas de ovinos. *Archivos Latinoamericanos de*  
437 *Nutrición* 64(4):271-276.
- 438 Cannas, A., L. Tedeschi, D. Fox, A. N. Pell, and P. Van Soest. 2004. A mechanistic model  
439 for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. *J. Anim.*  
440 *Sci.* 82(1):149-169.
- 441 Chay-Canul, A. J., A. J. Ayala-Burgos, J. C. Ku-Vera, J. G. Magaña-Monforte, and L. O.  
442 Tedeschi. 2011. The effects of metabolizable energy intake on body fat depots of  
443 adult Pelibuey ewes fed roughage diets under tropical conditions. *Trop. Anim. Health.*  
444 *Prod.* 43(5):929-936. doi: 10.1007/s11250-011-9785-5
- 445 Chay-Canul, A. J., J. C. Espinoza-Hernandez, A. J. Ayala-Burgos, J. G. Magaña-Monforte,  
446 C. F. Aguilar-Perez, M. L. Chizzotti, L. O. Tedeschi, and J. C. Ku-Vera. 2014.  
447 Relationship of empty body weight with shrunken body weight and carcass weights in  
448 adult Pelibuey ewes at different physiological states. *Small Rumin. Res.* 117(1):10-14.
- 449 Chay-Canul, A. J., J. G. Magaña-Monforte, M. L. Chizzotti, A. T. Piñeiro-Vázquez, J. R.  
450 Canul-Solís, A. J. Ayala-Burgos, J. C. Ku-Vera, and L. Orlindo Tedeschi. 2016.  
451 Requerimientos energéticos de ovinos de pelo en las regiones tropicales de  
452 Latinoamérica. *Revisión. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 7(1)
- 453 Chizzotti, M., L. Tedeschi, and S. Valadares Filho. 2008. A meta-analysis of energy and  
454 protein requirements for maintenance and growth of Nellore cattle. *J. Anim. Sci.*  
455 *86(7):1588-1597.*
- 456 CSIRO. 2007. Nutrient requirements of domesticated ruminants. CSIRO publishing, Victoria,  
457 Australia.
- 458 Cutrim, D. O., K. S. Alves, C. dos Santos Rda, V. J. da Mata, L. R. Oliveira, D. I. Gomes,  
459 and R. Mezzomo. 2016. Body composition and energy and protein nutritional  
460 requirements for weight gain in Santa Ines crossbred sheep. *Trop. Anim. Health.*  
461 *Prod.* 48(3):683-688. doi: 10.1007/s11250-016-0996-7
- 462 Detmann, E., M. d. Souza, S. d. C. Valadares Filho, A. d. Queiroz, T. Berchielli, E. Saliba, L.  
463 d. S. Cabral, D. d. S. Pina, M. Ladeira, and J. Azevedo. 2012. Métodos para análise de  
464 alimentos. Suprema, Visconde do Rio Branco, MG.
- 465 Ferrell, C., and T. Jenkins. 1998. Body composition and energy utilization by steers of  
466 diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the finishing period: I. Angus,  
467 Belgian Blue, Hereford, and Piedmontese sires. *J. Anim. Sci.* 76(2):637-646.
- 468 Freire, L. D. R., B. S. Moreira, M. M. Pereira, D. N. Ferreira, E. d. J. dos Santos, M. dos  
469 Santos Pedreira, H. G. de Oliveira Silva, and C. A. de Miranda Peixoto. 2014. Uréia  
470 de Liberação Lenta em Dietas de Ovinos Confinados: Síntese de Proteína Microbiana.  
471 *Revista Científica de Produção Animal* 14(2):219-222.

<sup>1</sup>Este artigo será submetido ao periódico Journal of Animal Science, seguindo suas normas de apresentação

- 472 Galvani, D. B., A. V. Pires, I. Susin, V. N. Gouvea, A. Berndt, L. J. Chagas, J. R. Dorea, A.  
473 L. Abdalla, and L. O. Tedeschi. 2014. Energy efficiency of growing ram lambs fed  
474 concentrate-based diets with different roughage sources. *J. Anim. Sci.* 92(1):250-263.  
475 doi: 10.2527/jas.2012-6017
- 476 Galvani, D. B., C. C. Pires, T. P. Wommer, F. d. Oliveira, G. P. T. Kodayssi, and L. Griebler.  
477 2010. Postweaning growth of the non-carcass components of Texel crossbred lambs.  
478 *Rev. Bras. Zootec.* 39(7):1558-1564.
- 479 Garrett, W. N. 1980. Energy utilization by growing cattle as determined in 72 comparative  
480 slaughter experiments. Energy utilization by growing cattle as determined in 72  
481 comparative slaughter experiments.:3-7.
- 482 Garrett, W. N., J. Meyer, and G. Lofgreen. 1959. The comparative energy requirements of  
483 sheep and cattle for maintenance and gain. *J. Anim. Sci.* 18(2):528-547.
- 484 Gionbelli, M. P., M. S. Duarte, S. C. Valadares Filho, E. Detmann, M. L. Chizzotti, F. C.  
485 Rodrigues, D. Zanetti, T. R. Gionbelli, and M. G. Machado. 2015. Achieving body  
486 weight adjustments for feeding status and pregnant or non-pregnant condition in beef  
487 cows. *PloS one* 10(3):e0112111. doi: 10.1371/journal.pone.0112111
- 488 Gionbelli, M. P., S. d. C. Valadares Filho, and E. Detmann. 2016. Ajuste do peso corporal de  
489 bovinos para condições fisiológicas e de alimentação. In: S. d. C. Valadares Filho, L.  
490 F. Costa e Silva, M. P. Gionbelli, P. P. Rotta, M. I. Marcondes, M. L. Chizzotti and L.  
491 F. Prados, editors, BR-Corte: tabela brasileira de exigências nutricionais. UFV, DZO,  
492 Viçosa, MG. p. 327.
- 493 Gonzaga Neto, S., A. G. d. Silva Sobrinho, K. T. d. Resende, N. M. B. L. Zeola, A. M. d. A.  
494 Silva, C. A. T. Marques, and A. G. Leão. 2005. Composição corporal e exigências  
495 nutricionais de proteína e energia para cordeiros Morada Nova. *Rev. Bras.*  
496 *Zootec.*:2446-2456.
- 497 INRA. 1988. Alimentation des bovins, ovins et caprins. INRA, Paris, FR.
- 498 Lofgreen, G., and W. Garrett. 1968. A system for expressing net energy requirements and  
499 feed values for growing and finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.* 27(3):793-806.
- 500 Luz, J. B., K. S. Alves, R. Mezzomo, E. R. dos Santos Neta, D. Í. Gomes, L. R. S. Oliveira, J.  
501 C. Silva, and F. F. R. de Carvalho. 2017. Carcass characteristics and meat quality of  
502 lambs fed babassu cake (*Orbignya speciosa*) as a replacement for elephant grass  
503 silage. *Trop. Anim. Health. Prod.* 49(1):113-119.
- 504 Motulsky, H., and A. Christopoulos. 2003. Fitting Models to Biological Data using Linear  
505 and Nonlinear Regression. GraphPad Software Inc., San Diego, CA, USA.
- 506 NRC. 2000. National Research Council. Nutrient requirements of beef cattle. National  
507 Academy Press, Washington, DC.
- 508 NRC. 2001. National Research Council. Nutrient requirements of dairy cattle. National  
509 Academy Press, Washington, DC.
- 510 NRC. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New  
511 World Camelids. National Academies Press Washingtgon, DC.
- 512 Oliveira, A., E. Pereira, S. Biffani, A. Medeiros, A. Silva, R. Oliveira, and M. Marcondes.  
513 2017. Meta-analysis of the energy and protein requirements of hair sheep raised in the  
514 tropical region of Brazil. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*
- 515 Oliveira, A. P. d., E. S. Pereira, A. P. Pinto, A. M. d. A. Silva, M. S. d. S. Carneiro, I. Y.  
516 Mizubuti, E. L. d. A. Ribeiro, A. C. N. Campos, and C. R. F. Gadelha. 2014.  
517 Estimativas dos requisitos nutricionais e utilização do modelo Small Ruminant  
518 Nutrition System para ovinos deslanados em condições semiáridas. *Semina: Ciências*  
519 *Agrárias* 35(4)



- 520 Pereira, E. S., F. W. R. Lima, M. I. Marcondes, J. P. P. Rodrigues, A. C. N. Campos, L. P.  
521 Silva, L. R. Bezerra, M. W. F. Pereira, and R. L. Oliveira. 2017. Energy and protein  
522 requirements of Santa Ines lambs, a breed of hair sheep. *Animal*:1-10.
- 523 Pereira, M. W. F. 2017. Exigências de energia e proteína para manutenção e ganho em ovinos  
524 morada nova de diferentes classes sexuais em confinamento, Universidade Federal do  
525 Ceará, Fortaleza - CE.
- 526 Regadas Filho, J., E. Pereira, P. Pimentel, A. Villarroel, A. Medeiros, and R. Fontenele. 2013.  
527 Body composition and net energy requirements for Santa Ines lambs. *Small Rumin.  
528 Res.* 109(2):107-112.
- 529 Rodrigues, R. T. d. S., M. L. Chizzotti, S. R. Martins, I. F. da Silva, M. A. Á. Queiroz, T. S.  
530 Silva, K. C. Busato, and A. M. de Azevêdo Silva. 2016. Energy and protein  
531 requirements of non-descript breed hair lambs of different sex classes in the semiarid  
532 region of Brazil. *Trop. Anim. Health. Prod.* 48(1):87-94.
- 533 Santos Neta, E. R. d. 2017. Utilização de subprodutos para alimentação de ovinos na região  
534 Amazônica, Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, Belém - PA.
- 535 Santos, R., K. Ribeiro, S. Valadares Filho, O. Pereira, S. Villela, L. Rennó, and J. Silva.  
536 2015. Effects of diets with high and low protein contents and two concentrate levels  
537 in Santa Ines× Texel lambs. *Livestock Sci.* 177:79-87.
- 538 Santos, R. D. C. D., K. S. Alves, R. Mezzomo, L. R. S. Oliveira, D. O. Cutrim, D. I. Gomes,  
539 G. P. Leite, and M. Y. de Souza Araújo. 2016. Performance of feedlot lambs fed palm  
540 kernel cake-based diets. *Trop. Anim. Health. Prod.* 48(2):367-372.
- 541 Sniffen, C., J. O'connor, P. Van Soest, D. Fox, and J. Russell. 1992. A net carbohydrate and  
542 protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J.  
543 Anim. Sci.* 70(11):3562-3577.
- 544 Souza, D., A. Selaive-Villarroel, E. Pereira, J. Osório, and A. Teixeira. 2013. Growth  
545 performance, feed efficiency and carcass characteristics of lambs produced from  
546 Dorper sheep crossed with Santa Inês or Brazilian Somali sheep. *Small Rumin. Res.*  
547 114(1):51-55.
- 548 Souza, L. L. 2016. Glicerina bruta em dietas para cordeiros Santa Inês e ½ Dorper x Santa  
549 Inês, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, Itapetinga-BA.
- 550 Tedeschi, L. O., A. Cannas, and D. G. Fox. 2010. A nutrition mathematical model to account  
551 for dietary supply and requirements of energy and other nutrients for domesticated  
552 small ruminants: The development and evaluation of the Small Ruminant Nutrition  
553 System. *Small Rumin. Res.* 89(2):174-184.
- 554 Valadares Filho, S. d. C., L. F. Costa e Silva, M. P. Gionbelli, P. P. Rotta, M. I. Marcondes,  
555 M. L. Chizzotti, and L. F. Prados. 2016. BR-Corte: tabela brasileira de exigências  
556 nutricionais. UFV, DZO, Viçosa, MG.
- 557 Watson, A., T. Klopfenstein, G. Erickson, J. MacDonald, and V. Wilkerson. 2017. Impact of  
558 microbial efficiency to predict MP supply when estimating protein requirements of  
559 growing beef cattle from performance. *J. Anim. Sci.*
- 560 Wilkerson, V., T. Klopfenstein, R. Britton, R. Stock, and P. Miller. 1993. Metabolizable  
561 protein and amino acid requirements of growing cattle. *J. Anim. Sci.* 71(10):2777-  
562 2784.
- 563

564 **Tabela 1.** Estatística descritiva da base de dados utilizados

Variável	Item					Desvio Padrão	C. V. (%) <sup>1</sup>
	Menor	Média	Mediana	Maior			
iPCJ <sup>2</sup>	14,60	20,74	20,65	27,65	2,99	14,40	
iPCVZ <sup>3</sup>	10,82	15,87	15,89	21,42	2,38	15,03	
fPC <sup>4</sup>	16,54	31,24	32,16	42,50	4,95	15,84	
fPCJ <sup>5</sup>	15,10	28,37	29,80	40,20	5,28	18,60	
fPCVZ <sup>6</sup>	10,04	22,71	23,82	33,39	4,94	21,77	
GMDJ (kg/dia) <sup>7</sup>	-0,03	0,12	0,10	0,31	0,07	57,69	
GPCVZ (kg/dia) <sup>8</sup>	-0,02	0,11	0,10	0,24	0,06	55,79	
PCJ/PC	0,88	0,94	0,94	0,98	0,02	1,88	
PCVZ/PCJ	0,66	0,80	0,80	0,91	0,05	6,10	
ER (kcal/kg PCVZ <sup>0,75</sup> /dia) <sup>9</sup>	-13,98	45,90	38,78	101,72	25,43	55,40	
PCalor (kcal/kg PCVZ <sup>0,75</sup> /dia) <sup>10</sup>	52,82	176,24	159,36	323,42	56,90	32,28	
PR (g/dia) <sup>11</sup>	-16,79	17,74	15,23	42,93	10,37	58,47	
CEM (kcal/kg PCVZ <sup>0,75</sup> /dia) <sup>12</sup>	85,58	221,77	197,73	399,00	74,18	33,45	
CPM (g/dia) <sup>13</sup>	21,67	69,52	68,62	127,43	24,31	34,97	

565  
566  
567  
568  
569  
570  
571  
572  
573  
574  
575  
576  
577

- <sup>1</sup> C.V.= coeficiente de variação;  
<sup>2</sup> iPCJ = peso de corpo em jejum inicial;  
<sup>3</sup> iPCVZ = peso de corpo vazio inicial;  
<sup>4</sup> fPC = peso corporal final;  
<sup>5</sup> fPCJ = peso de corpo em jejum final;  
<sup>6</sup> fPCVZ = peso de corpo vazio final;  
<sup>7</sup> GMDJ = ganho médio diário em jejum;  
<sup>8</sup> GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio;  
<sup>9</sup> ER = energia retida;  
<sup>10</sup> PCalor = produção de calor;  
<sup>11</sup> PR = proteína retida;  
<sup>12</sup> CEM = consumo de energia metabolizável;  
<sup>13</sup> CPM = consumo de proteína metabolizável.

578 **Tabela 2.** Equações geradas para predição das relações de pesos e exigências de energia e  
 579 proteína para ovinos mestiços Santa Inês em confinamento

Variável estimada	Unidade	Relação	Código da equação
PCJ <sup>1</sup>	kg	$PCJ = 0,9382 \pm 0,0016 \times PC$	Eq. 11
GMDJ <sup>2</sup>	kg	$GMDJ = 0,9382 \times GMD$	Eq.12
PCVZ <sup>3</sup>	kg	$PCVZ = 0,0572 \pm 0,0516 \times PCJ^{1,1351 \pm 0,0276}$	Eq.13
GPCVZ <sup>4</sup>	kg	$GPCVZ = GMDJ \times 0,5757 \times PCJ^{0,1351}$	Eq.14
EL <sub>m</sub> <sup>5</sup>	kcal/PCVZ <sup>0,75</sup>	$PCalor = 70,444 \pm 2,120 \times e^{0,00402 \pm 0,00010 \times CEM}$	Eq.15
ER <sup>6</sup>	kcal/dia	$ER = 461,9 \pm 53 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,0456 \pm 0,0587}$	Eq.16
k <sub>g</sub> <sup>7</sup>	-	$ER = 0,407 \pm 0,259 \times CEM_g$	Eq.17
PM <sub>m</sub> <sup>8</sup>	g/PCVZ <sup>0,75</sup>	$CPM = 30,14 \pm 2,05 + 352,27 \pm 15,97 \times GPCVZ$	Eq.18
PR <sup>9</sup>	g/dia	$PR = 181,79 \pm 15,74 \times GPCVZ - 0,005 \pm 0,0037 \times ER$	Eq.19
k <sup>10</sup>	-	$PR = 0,4276 \pm 0,012 \times CPM_g$	Eq.20
k <sub>v</sub> <sup>11</sup>	-	$k_v = 0,8679 \pm 0,1175 - 0,0204 \pm 0,0056 \times PCVZ$	Eq.21

580  
581  
582  
583  
584  
585  
586  
587  
588  
589  
590  
591

- <sup>1</sup> PCJ = peso de corpo em jejum;  
<sup>2</sup> GMDJ = ganho médio diário em jejum;  
<sup>3</sup> PCVZ = peso de corpo vazio;  
<sup>4</sup> GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio;  
<sup>5</sup> EL<sub>m</sub> = energia líquida de manutenção;  
<sup>6</sup> ER = energia retida;  
<sup>7</sup> k<sub>g</sub> = eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho;  
<sup>8</sup> PM<sub>m</sub> = proteína metabolizável para manutenção;  
<sup>9</sup> PR = proteína retida;  
<sup>10</sup> k = eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho;  
<sup>11</sup> k<sub>v</sub> = eficiência variável de utilização da energia metabolizável para ganho.

592 **Tabela 3.** Exigências de energia e proteína para ovinos mestiços Santa Inês em confinamento

593

PC <sup>1</sup>	PCJ <sup>2</sup>	PCVZ <sup>3</sup>	GMD <sup>4</sup>	EL <sub>m</sub> <sup>5</sup>	EL <sub>g</sub> <sup>6</sup>	EL <sub>t</sub> <sup>7</sup>	EM <sub>m</sub> <sup>8</sup>	EM <sub>g</sub> <sup>9</sup>	EM <sub>t</sub> <sup>10</sup>	PM <sub>m</sub> <sup>11</sup>	PM <sub>g</sub> <sup>12</sup>	PM <sub>t</sub> <sup>13</sup>
15	14,07	10,20	0,100	402,12	181,12	583,24	624,20	445,01	1069,20	18,21	19,90	38,11
			0,150	402,12	276,75	678,86	624,20	679,97	1304,16	18,21	29,81	48,02
			0,200	402,12	373,87	775,99	624,20	918,59	1542,79	18,21	39,71	57,92
			0,250	402,12	472,11	874,23	624,20	1159,98	1784,18	18,21	49,60	67,81
			0,300	402,12	571,27	973,38	624,20	1403,60	2027,80	18,21	59,49	77,70
20	18,76	14,14	0,100	513,71	240,98	754,68	797,42	592,08	1389,50	23,26	23,10	46,37
			0,150	513,71	368,21	881,92	797,42	904,69	1702,11	23,26	34,60	57,86
			0,200	513,71	497,43	1011,14	797,42	1222,18	2019,60	23,26	46,07	69,34
			0,250	513,71	628,14	1141,85	797,42	1543,35	2340,77	23,26	57,54	80,80
			0,300	513,71	760,06	1273,77	797,42	1867,48	2664,90	23,26	68,99	92,26
25	23,46	18,22	0,100	621,18	300,72	921,90	964,25	738,87	1703,12	28,13	27,27	55,41
			0,150	621,18	459,50	1080,68	964,25	1128,99	2093,24	28,13	40,83	68,96
			0,200	621,18	620,76	1241,94	964,25	1525,20	2489,45	28,13	54,35	82,48
			0,250	621,18	783,88	1405,06	964,25	1926,00	2890,24	28,13	67,86	95,99
			0,300	621,18	948,51	1569,69	964,25	2330,49	3294,74	28,13	81,36	109,49
30	28,15	22,41	0,100	725,49	360,38	1085,86	1126,15	885,45	2011,60	32,85	33,14	65,99
			0,150	725,49	550,65	1276,14	1126,15	1352,96	2479,11	32,85	49,58	82,43
			0,200	725,49	743,90	1469,39	1126,15	1827,77	2953,92	32,85	65,99	98,84
			0,250	725,49	939,39	1664,87	1126,15	2308,07	3434,23	32,85	82,37	115,22
			0,300	725,49	1136,67	1862,16	1126,15	2792,81	3918,96	32,85	98,73	131,58

594

595

596

597

598

599

600

601

602

603

604

605

606

607

608

609

610

611

612

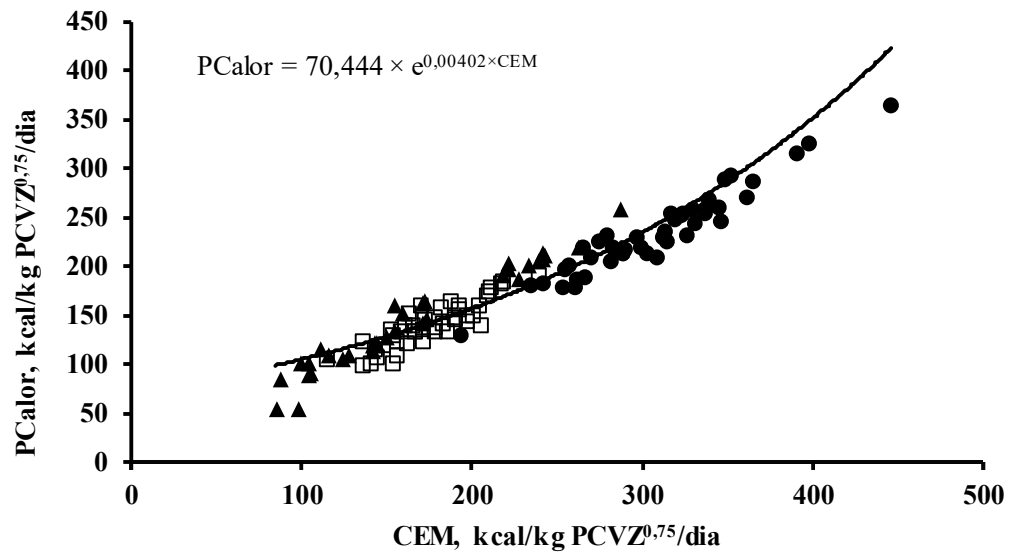
613

614

615

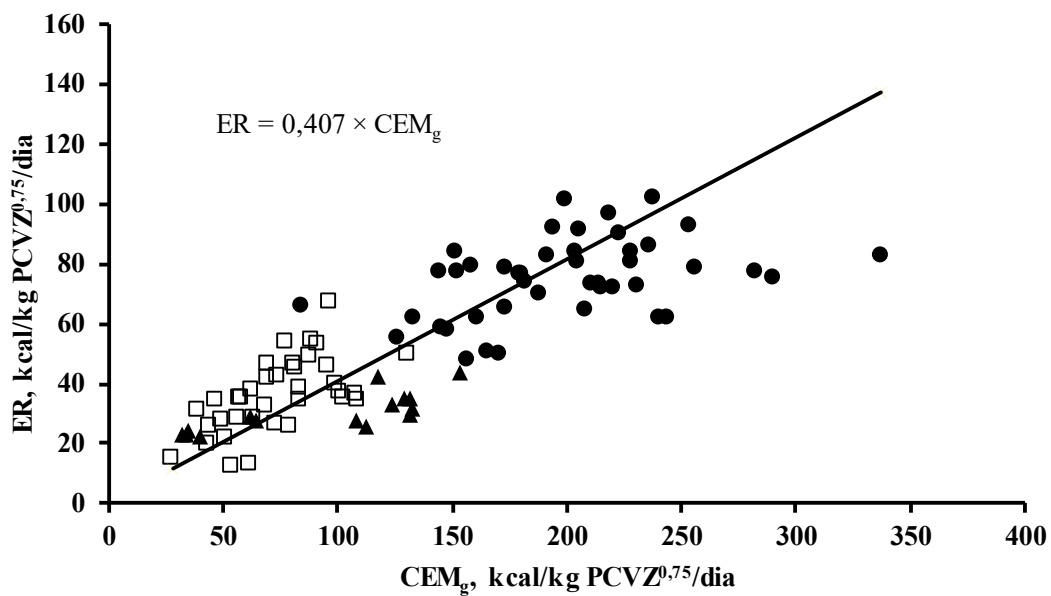
616

<sup>1</sup> PC = peso corporal, kg;<sup>2</sup> PCJ = peso de corpo em jejum, kg (PCJ=0,9382xPC);<sup>3</sup> PCVZ = peso de corpo vazio, kg (PCVZ=0,5072xPCJ<sup>1,1351</sup>);<sup>4</sup> GMD = ganho médio diário, kg;<sup>5</sup> EL<sub>m</sub> = energia líquida de manutenção, kcal/kg PCVZ<sup>0,75</sup>/dia (PCalor = 70,44x e<sup>0,00402</sup>);<sup>6</sup> EL<sub>g</sub> = energia líquida de ganho, kcal/dia (ER = 461,9xPCVZ<sup>0,75</sup>xGPCVZ<sup>1,0456</sup>), sendo GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio(GPCVZ=0,9382xGMDJx0,5757xPCJ<sup>0,1351</sup>);<sup>7</sup> EL<sub>t</sub> = energia líquida total, kcal/dia (EL<sub>t</sub> = EL<sub>m</sub> + EL<sub>g</sub>);<sup>8</sup> EM<sub>m</sub> = energia metabolizável para manutenção, kcal/dia (EM<sub>m</sub> = 109,34 kcal/kg PCVZ<sup>0,75</sup>/dia);<sup>9</sup> EM<sub>g</sub> = energia metabolizável para ganho, kcal/dia (EM<sub>g</sub> = EL<sub>g</sub>/0,41);<sup>10</sup> EM<sub>t</sub> = energia metabolizável total, kcal/dia (EM<sub>t</sub> = EM<sub>m</sub> + EM<sub>g</sub>);<sup>11</sup> PM<sub>m</sub> = proteína metabolizável para manutenção, g/dia (PM<sub>m</sub> = 3,19 g/kg PCVZ<sup>0,75</sup>/dia);<sup>12</sup> PM<sub>g</sub> = proteína metabolizável para ganho, g/dia (PM<sub>g</sub> = PL<sub>g</sub>/k<sub>v</sub>), sendo PL<sub>g</sub> = proteína líquida para ganho (PR = 181,79xPCVZ-0,005xER), k<sub>v</sub> = eficiência variável de utilização de proteína metabolizável para ganho (k<sub>v</sub> = 0,8679-0,0204xPCVZ);<sup>13</sup> PM<sub>t</sub> = proteína metabolizável total, g/dia (PM<sub>t</sub> = PM<sub>m</sub> + PM<sub>g</sub>).



617  
 618 **Figura 1.** Relação não linear entre a produção de calor (PCalor) e o consumo de energia metabolizável (CEM)  
 619 de ovinos mestiços Santa Inês em confinamento. Os símbolos representam dados do experimento 1 (●),  
 620 experimento 2 (□) e experimento 3 (▲).

621  
 622  
 623  
 624

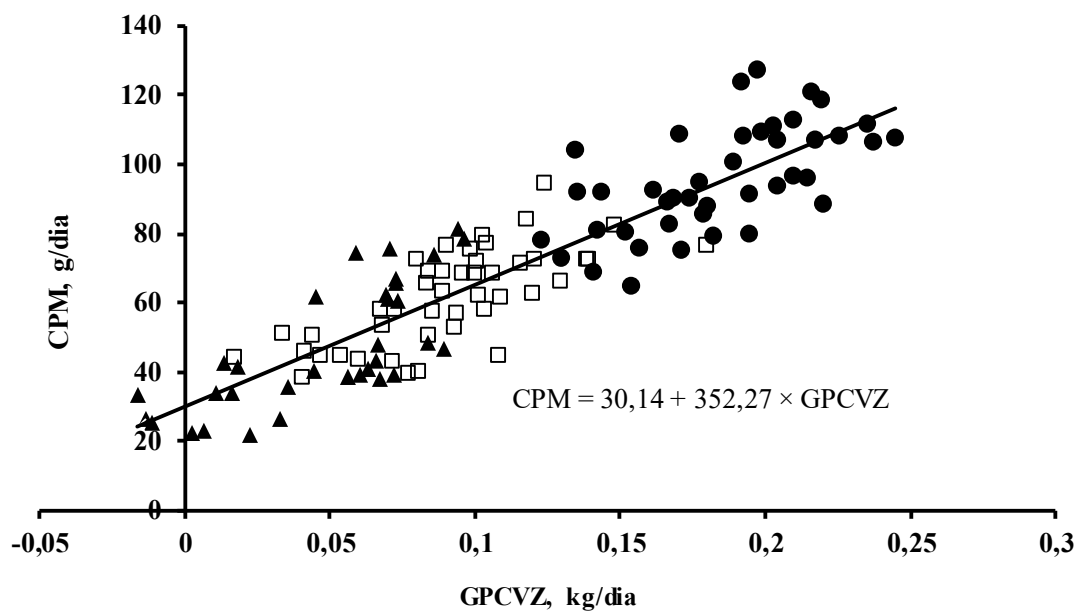


625  
626 **Figura 2.** Relação entre a energia retira (ER) em função do consumo de energia metabolizável disponível para  
627 ganho (CEM<sub>g</sub>) nos três experimentos. Os símbolos representam dados do experimento 1 (●), experimento 2 (□)  
628 e experimento 3 (▲).

629

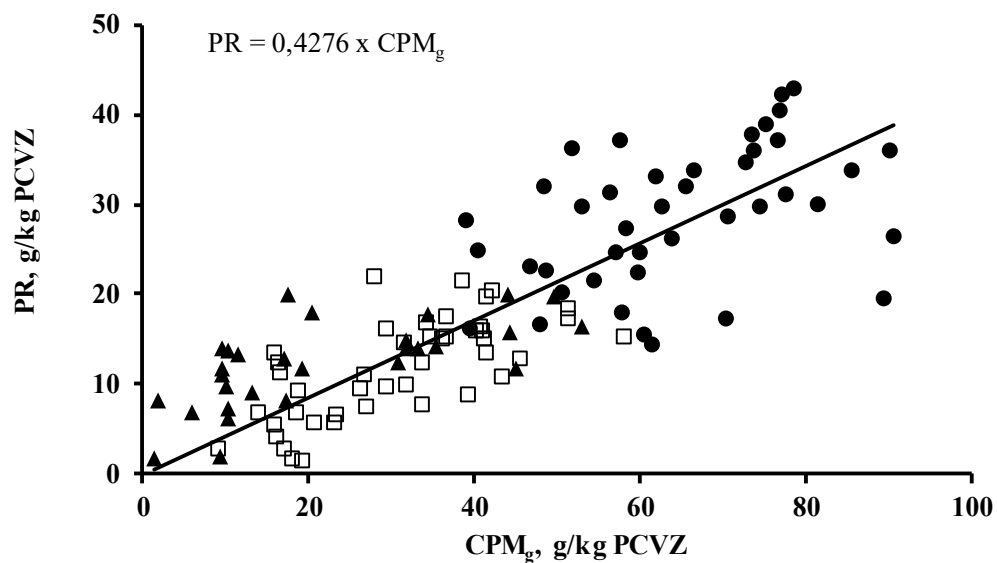
630

631



632  
633  
634  
635

**Figura 3.** Relação entre o consumo de proteína metabolizável (CPM) e o ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) de ovinos mestiços Santa Inês em confinamento. Os símbolos representam dados do experimento 1 (●), experimento 2 (□) e experimento 3 (▲).



636

637

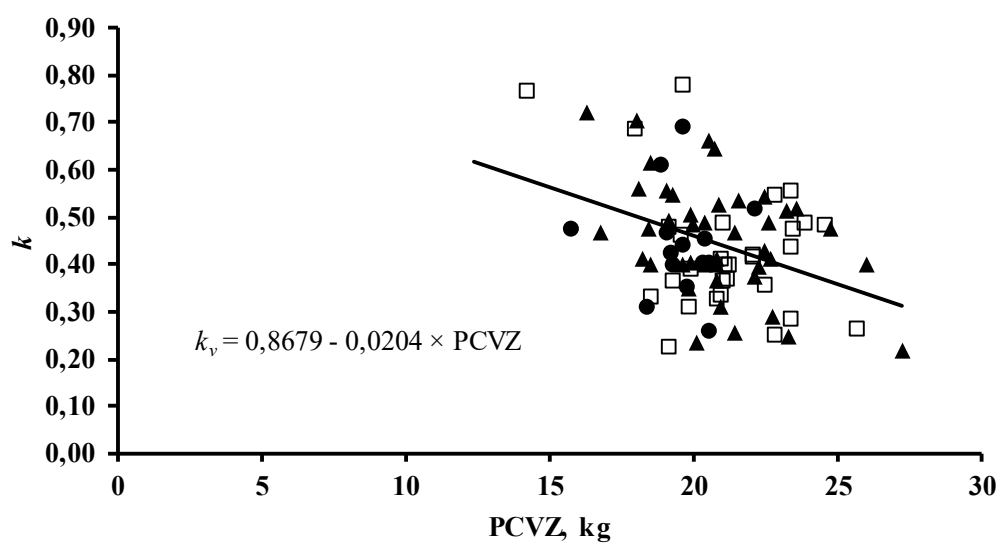
638 **Figura 4.** Relação entre a proteína retida (PR) e o consumo de proteína metabolizável disponível para ganho639 (CPM<sub>g</sub>) de ovinos mestiços Santa Inês em confinamento. Os símbolos representam dados do experimento 1 (●),  
640 experimento 2 (□) e experimento 3 (▲).

641

642



643



644

645 **Figura 5.** Relação entre a eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho (k) e o peso do corpo  
646 vazio. Os símbolos representam dados do experimento 1 (●), experimento 2 (□) e experimento 3 (▲).

647