



# NUTRIÇÃO E PRODUÇÃO DE OVINOS SANTA INÊS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO:

CONSUMO DE NUTRIENTES,  
COMPORTAMENTO INGESTIVO,  
DESEMPENHO E EXIGÊNCIAS  
NUTRICIONAIS DE ENERGIA  
E PROTEÍNA



**VOLUME 1**

**Organizadores**  
**Rildson Melo Fontenele**  
**Samila Barbosa Lisboa**





# NUTRIÇÃO E PRODUÇÃO DE OVINOS SANTA INÊS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO:

CONSUMO DE NUTRIENTES,  
COMPORTAMENTO INGESTIVO,  
DESEMPENHO E EXIGÊNCIAS  
NUTRICIONAIS DE ENERGIA  
E PROTEÍNA



**VOLUME 1**

**Organizadores**  
**Rildson Melo Fontenele**  
**Samila Barbosa Lisboa**

Editora Omnis Scientia

**NUTRIÇÃO E PRODUÇÃO DE OVINOS SANTA INÊS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO:  
CONSUMO DE NUTRIENTES, COMPORTAMENTO INGESTIVO, DESEMPENHO E  
EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ENERGIA E PROTEÍNA**

Volume 1

1ª Edição

RECIFE - PE

2024

## **Editor-Chefe**

Me. Daniel Luís Viana Cruz

## **Organizadores**

Rildson Melo Fontenele

Samila Barbosa Lisboa

## **Conselho Editorial**

Dr. Amâncio António de Sousa Carvalho – ESS-UTAD – Portugal

Dr. Cássio Brancaleone – UFFS – Brasil

Dr. Marcelo Luiz Bezerra da Silva – UEPa – Brasil

Dra. Pauliana Valéria Machado Galvão – UPE – Brasil

Dr. Plínio Pereira Gomes Júnior – UFRPE – Brasil

Dr. Walter Santos Evangelista Júnior – UFRPE – Brasil

Dr. Wendel José Teles Pontes – UFPE – Brasil

## **Editores de Área - Ciências Agrárias**

Dr. Álefe Lopes Viana

Dr. Luis de Souza Freitas

Dra. Marcia Helena Niza Ramalho Sobral

Dr. Walter Santos Evangelista Júnior

## **Assistente Editorial**

Thialla Larangeira Amorim

## **Imagem de Capa**

Freepik

## **Edição de Arte**

Vileide Vitória Larangeira Amorim

## **Revisão**

Os autores



**Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons – Atribuição-  
NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.**

**O conteúdo abordado nos artigos, seus dados em sua forma, correção e  
confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Lumos Assessoria Editorial

N976 Nutrição e produção de ovinos Santa Inês no semiárido brasileiro : consumo de nutrientes, comportamento ingestivo, desempenho e exigências nutricionais de energia e proteína : volume 1 [recurso eletrônico] / organizadores Rildson Melo Fontenele e Samila Barbosa Lisboa. — 1. ed. — Recife : Omnis Scientia, 2024. Dados eletrônicos (pdf).

Inclui bibliografia.

ISBN 978-65-6036-483-7

DOI: 10.47094/978-65-6036-483-7

1. Ovinos - Criação - Brasil. 2. Ovinos - Nutrição.  
3. Nutrição animal. I. Fontenele, Rildson Melo.  
II. Lisboa, Samila Barbosa.

CDD23: 636.30981

Bibliotecária: Priscila Pena Machado - CRB-7/6971

**Editora Omnis Scientia**

Av. República do Líbano, nº 251, Sala 2205, Torre A,  
Bairro Pina, CEP 51.110-160, Recife-PE.

Telefone: +55 87 99914-6495

[editoraomnisscientia.com.br](http://editoraomnisscientia.com.br)

[contato@editoraomnisscientia.com.br](mailto:contato@editoraomnisscientia.com.br)



## PREFÁCIO

A respectiva obra trata-se de uma compilação de pesquisas nas áreas de nutrição e produção de ovinos da raça Santa Inês realizadas no Semiárido brasileiro. As pesquisas que compõem essa obra trata-se de estudos sobre o efeito de diferentes níveis de energia metabolizável na dieta em parâmetros importantes para a melhoria da eficiência produtiva desses animais, tais como: consumo de nutriente, comportamento ingestivo, conversão e eficiência alimentar, ganho de peso diário, exigências de energia e proteína, rendimento de carcaça e dos cortes comerciais e suas categorias, peso das vísceras brancas e vermelhas e como esses pesos influenciam no rendimento da buchada e panelada, que são pratos típicos da região Nordeste. Assim como, avaliar a adequabilidade do modelo nutricional Small Ruminant Nutrition System (SRNS) para estimar o consumo de matéria seca (CMS), ganho médio diário (GMD), e em realizar a predição da composição química corporal de cordeiros da raça Santa Inês castrados e não castrados usando a composição da seção entre a 9-11<sup>a</sup> costela (seção HH).

# SUMÁRIO

## **CAPÍTULO 1.....9**

### **EFEITO DE DIFERENTES NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL NO CONSUMO E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE OVINOS SANTA INÊS**

Rildson Melo Fontenele

Samila Barbosa Lisboa

Francisco Wellington Rodrigues Lima

**DOI: 10.47094/978-65-6036-483-7/9-22**

## **CAPÍTULO 2.....23**

### **DESEMPENHO E RENDIMENTOS DE CARÇAÇA E CORTES DE OVINOS DESLANADOS ALIMENTADOS COM NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL**

Rildson Melo Fontenele

Samila Barbosa Lisboa

Francisco Wellington Rodrigues Lima

**DOI: 10.47094/978-65-6036-483-7/23-35**

## **CAPÍTULO 3.....36**

### **INFLUÊNCIA DOS NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL SOBRE O PESO DOS ÓRGÃOS INTERNOS E DO TRATO DIGESTÓRIO DE OVINOS SANTA INÊS**

Rildson Melo Fontenele

Samila Barbosa Lisboa

Francisco Wellington Rodrigues Lima

**DOI: 10.47094/978-65-6036-483-7/36-47**

## **CAPÍTULO 4.....48**

### **EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ENERGIA E PROTEÍNA DE CORDEIROS SANTA INÊS CASTRADOS E NÃO CASTRADOS**

Francisco Wellington Rodrigues Lima

Samila Barbosa Lisboa

Rildson Melo Fontenele

DOI: 10.47094/978-65-6036-483-7/48-70

**CAPÍTULO 5.....71**

**AVALIAÇÃO DO MODELO *SMALL RUMINANT NUTRITION SYSTEM* E DA PREDIÇÃO  
DA COMPOSIÇÃO CORPORAL DE CORDEIROS SANTA INÊS**

Francisco Wellington Rodrigues Lima

Samila Barbosa Lisboa

Rildson Melo Fontenele

DOI: 10.47094/978-65-6036-483-7/71-89



## EFEITO DE DIFERENTES NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL NO CONSUMO E COMPORTAMENTO INGESTIVO DE OVINOS SANTA INÊS

**Rildson Melo Fontenele<sup>1</sup>;**

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

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

**Samila Barbosa Lisboa<sup>2</sup>;**

Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, PI.

<http://lattes.cnpq.br/9197772691531276>

**Francisco Wellington Rodrigues Lima<sup>3</sup>.**

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

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

**RESUMO:** Objetivou-se com o presente estudo avaliar o consumo de nutrientes e o comportamento ingestivo de ovinos Santa Inês em crescimento alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável (EM). Foram utilizados 20 ovinos Santa Inês em crescimento, não-castrados, com idade e peso corporal médio de 50 dias e  $13,00 \pm 0,56$  kg, respectivamente. Os animais foram distribuídos em quatro tratamentos experimentais com diferentes níveis de energia metabolizável (2,08; 2,28; 2,47 e 2,69 Mcal de EM/kg de MS), em delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições. O feno de Tifton 85 foi utilizado como volumoso. Foi detectado efeito linear crescente dos níveis de energia metabolizável ( $P < 0,05$ ) sobre consumo de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, carboidratos não-fibrosos e nutrientes digestíveis totais, expressos em g/dia. O consumo de FDN (%PC e g/kg<sup>0,75</sup>) decresceu linearmente ( $P < 0,05$ ) com o aumento dos níveis de energia nas rações, devido à redução no teor de FDN na matéria seca total das rações. Os tempos de alimentação e mastigação total, expressos em h/dia, diminuíram linearmente ( $P < 0,05$ ) com os níveis energéticos das rações experimentais. No entanto o tempo de ócio aumentou linearmente ( $P < 0,05$ ), enquanto o tempo de ruminação não foi influenciado ( $P > 0,05$ ). As variáveis como: número de bolos ruminais, número de mastigações merícicas, número de mastigações merícicas por bolo ruminal e do tempo de mastigações merícicas por bolo ruminal, não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pelos níveis de energia metabolizável nas rações. Concluindo-se que, o aumento dos níveis de energia metabolizável das rações influencia o consumo de nutrientes e comportamento ingestivo de ovinos Santa Inês em crescimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ingestão. Ócio. Relação volumoso/concentrado. Ruminação

## EFFECT OF DIFFERENT LEVELS OF METABOLIZABLE ENERGY ON CONSUMPTION AND INGESTIVE BEHAVIOR OF SANTA INÊS SHEEP

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the nutrient consumption and ingestive behavior of growing Santa Inês sheep fed with different levels of metabolizable energy (ME). 20 growing, non-castrated Santa Inês sheep were used, with an average age and body weight of 50 days and  $13.00 \pm 0.56$  kg, respectively. The animals were distributed into four experimental treatments with different levels of metabolizable energy (2.08; 2.28; 2.47 and 2.69 Mcal ME/kg DM), in a randomized block design, with five replications. Tifton 85 hay was used as roughage. An increasing linear effect of metabolizable energy levels ( $P < 0.05$ ) was detected on the consumption of dry matter, organic matter, crude protein, ether extract, non-fibrous carbohydrates and total digestible nutrients, expressed in g/day. NDF consumption (%BW and  $g/kg^{0.75}$ ) decreased linearly ( $P < 0.05$ ) with increasing energy levels in the diets, due to the reduction in the NDF content in the total dry matter of the diets. Feeding and total chewing times, expressed in h/day, decreased linearly ( $P < 0.05$ ) with the energy levels of the experimental diets. However, idle time increased linearly ( $P < 0.05$ ), while rumination time was not influenced ( $P > 0.05$ ). Variables such as: number of rumen boluses, number of merice chews, number of merice chews per ruminal bolus and time of merice chews per rumen bolus, were not influenced ( $P > 0.05$ ) by the levels of metabolizable energy in the rations. In conclusion, the increase in metabolizable energy levels in rations influences nutrient consumption and ingestive behavior of growing Santa Inês sheep.

**KEY-WORDS:** Idle. Ingestion. Roughate/concentrate ratio. Rumination.

### INTRODUÇÃO

O consumo voluntário pode ser definido como sendo a quantidade de alimento ingerida espontaneamente por um animal ou grupo de animais em um determinado período, com livre acesso ao alimento, sendo este um dos principais fatores limitantes da produção de ruminantes (Van Soest, 1994). O consumo de matéria seca é fator primordial no desempenho animal por ser ponto crucial no ingresso de nutrientes, considerando como principais a proteína e a energia, necessários para o atendimento das exigências de manutenção e produção.

No entanto, para o entendimento completo do consumo diário de alimento, é necessário estudar seus componentes individualmente, que podem ser descritos pelo número de refeições consumidas por dia, pela duração média das refeições e pela velocidade de alimentação de todas as refeições. Cada um desses processos é o resultado da interação entre o metabolismo do animal e das propriedades físicas e químicas da dieta, estimulando receptores da saciedade. Dessa forma, mensurar o comportamento de alimentação e ruminação animal pode proporcionar mecanismo de auxílio para análise

destes componentes (Miranda *et al.*, 1999).

Existem vários fatores envolvidos no controle da ingestão de alimentos, os quais podem ser divididos em três mecanismos: fisiológico, onde o controle é feito pelo balaço nutricional relacionado à manutenção do equilíbrio energético; o físico, associado à capacidade de distensão do rúmen e do teor de fibra da ração; e o psicogênico, que envolve a resposta do animal a fatores inibidores ou estimuladores, relacionados ao alimento e o ambiente (Mertens, 1994).

O comportamento ingestivo tem sido estudado com relação às características dos alimentos, à motilidade dos pré-estômagos, ao estudo da vigília e ao ambiente climático. Onde, esse estudo é uma ferramenta de grande importância na avaliação das dietas, possibilitando ajustar o manejo alimentar dos animais para obtenção de melhor desempenho produtivo (Mendonça *et al.*, 2004).

Desta forma, objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito de níveis energéticos sobre o consumo de nutrientes e o comportamento ingestivo em ovinos Santa Inês em crescimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Setor de Ovinocaprinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza, Ceará. O município de Fortaleza situa-se na zona litorânea, a 15,49 m de altitude, 30°43'02" de latitude sul e 38°32'35" de longitude oeste. A precipitação média anual é de 1.378,3 mm e a umidade relativa do ar é 77%.

Foram utilizados 20 cordeiros da raça Santa Inês, não-castrados, com peso corporal (PC) médio inicial de 13,0 kg  $\pm$  0,56 kg e, aproximadamente, 50 dias de idade, confinados em baias individuais com piso de concreto e providas de comedouro e bebedouro. Inicialmente, os animais foram pesados, identificados e tratados contra ecto e endoparasitas, posteriormente distribuídos em quatro tratamentos experimentais com diferentes níveis de energia metabolizável (2,08; 2,28; 2,47 e 2,69 Mcal de EM/kg de MS), em delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições. O volumoso utilizado foi o feno de capim Tifton 85. As rações experimentais foram formuladas conforme o NRC (1985). As rações foram fornecidas à vontade, uma vez ao dia, às oito horas da manhã, e ajustada de forma a permitir sobras em torno de 20% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. A quantidade de ração oferecida foi registrada diariamente e, semanalmente, foram coletadas amostras dos concentrados, feno e das sobras por animal para mensuração do consumo de nutrientes, as quais no final do período experimental formaram amostra composta/tratamento/animal. Posteriormente, foram pré-secadas em estufa ventilada a 55°C e moídas em moinho tipo Willey com peneira de malha de 1 mm, para posteriores análises laboratoriais.

Os ingredientes, rações concentradas, feno e sobras foram submetidos às análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), conforme os procedimentos recomendados pela AOAC (1990). As análises de fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram realizadas segundo Van Soest *et al.* (1991) e lignina (ácido sulfúrico 72%) foi obtido pelo método sequencial de Van Soest e Robertson (1980). Os teores de carboidratos totais (CHOT) foram obtidos conforme Sniffen *et al.* (1992) e os carboidratos não-fibrosos (CNF) segundo a equação proposta por Weiss (1999): %CHOT = 100 – (%PB + %EE + %Cinzas) e %CNF = 100 – (%FDNcp + %PB + %EE + %cinzas). Para os concentrados, devido à presença de ureia em sua constituição, o teor de CNF foi calculado conforme proposto por Hall (2000), sendo CNF = 100 – [(%PB - %PB derivado da ureia + % da ureia) + %FDNcp + %EE + %cinzas].

**Tabela 1:** Composição bromatológica dos ingredientes em % MS.

Nutrientes	Feno	Milho	Soja	Conc. 1	Conc. 2	Conc. 3	Conc. 4
Matéria seca	92,73	91,44	92,54	90,30	90,18	90,94	90,30
Matéria mineral	6,03	1,74	6,84	3,53	3,76	3,56	3,71
Proteína bruta	9,94	9,39	44,05	21,14	21,72	22,00	22,27
Extrato etéreo	0,84	5,36	4,13	3,60	4,30	5,00	4,26
Fibra em detergente neutro	75,03	14,78	15,78	15,91	15,15	16,01	14,87
Fibra em detergente ácido	36,32	4,78	9,24	5,63	5,67	2,70	5,83
FDN <sub>CP</sub>	67,91	12,76	13,74	14,16	13,72	14,61	13,45
Carboidratos totais	83,19	83,51	44,98	71,73	70,23	69,43	69,75
Carboidratos não-fibrosos	15,28	70,75	31,24	59,16	58,64	57,03	58,56

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

**Tabela 2:** Composição percentual e bromatológica das rações experimentais.

Composição percentual (%MN)	Concentração de EM (Mcal/kg MS)			
	2,08	2,28	2,47	2,69
Feno de Tifton	75,00	62,50	50,00	37,50
Concentrado	25,00	37,50	50,00	62,50
Fubá de milho	77,90	77,60	77,40	77,39
Farelo de soja	20,00	20,00	20,20	20,00
Ureia	0,88	1,18	1,22	1,25
Calcário	0,00	0,26	0,31	0,62
Fosfato bicálcico	0,26	0,26	0,26	0,26
Cloreto de sódio	0,88	0,62	0,44	0,35
Premix mineral <sup>1</sup>	0,06	0,04	0,13	0,13
Composição bromatológica (%MS)				
Matéria seca	92,12	91,77	91,83	91,21
Matéria mineral	5,40	5,18	4,80	4,58
Proteína bruta	12,74	14,36	15,97	17,65

Extrato etéreo	1,53	2,13	2,92	2,98
Fibra em detergente neutro	60,25	52,57	45,52	37,43
Fibra em detergente ácido	28,64	24,82	19,51	17,26
FDN <sub>CP</sub>	54,47	47,59	41,26	33,87
Carboidratos totais	80,33	78,33	76,31	74,79
Carboidratos não-fibrosos	26,25	31,54	36,16	42,33
Nutrientes digestíveis totais	57,41	63,11	68,38	74,51

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

Composição: Ca: 7,5%; P: 3%; Fe: 16.500ppm, Mn: 9.750ppm, Zn: 35.000ppm, I: 1.000ppm, Se: 225ppm, Co: 1.000ppm.

Para estimativa do consumo de NDT, utilizou-se o consumo de matéria seca dos animais do experimento de desempenho, multiplicado pelo percentual de NDT das rações obtido no experimento de digestibilidade de Carneiro *et al.* (dados não publicados).

Para mensuração do comportamento ingestivo, os animais foram submetidos à observação visual nos 100<sup>o</sup> e 101<sup>o</sup> dias experimentais. No primeiro dia de observação, os animais foram avaliados durante três períodos de duas horas (8 às 10h; 14 às 16h e 18 às 20h), sendo coletadas informações para se estimar o número de mastigações meréricas por bolo ruminal e o tempo despendido com mastigação merérica por bolo ruminal, utilizando-se cronômetro digital. No segundo dia, o comportamento ingestivo foi determinado visualmente, a intervalos de cinco minutos, durante 24 horas, para determinação do tempo despendido com alimentação, ruminação e ócio (Johnson e Combs, 1991). Na observação noturna dos animais, o ambiente foi mantido com iluminação artificial, após período de adaptação.

As variáveis referentes ao comportamento ingestivo foram obtidas pelas equações:

$$EAL = CMS/TAL;$$

$$ERU = CMS/TRU; ERU = CMFDN/ TRU;$$

$$TMT= TAL+TRU;$$

$$BOL= TRU/MMtb ;$$

$$MMnd = BOLMMnb.$$

Onde: EAL (gMS/h, gFDN/h) é a eficiência de alimentação; CMS (gMS/dia) é o consumo de MS; TAL (h/dia) é o tempo de alimentação; ERU (gMS/h, gFDN/h) é a eficiência de ruminação; TRU (h/dia) é o tempo de ruminação; TMT (h/dia) é o tempo de mastigação total; BOL (N<sup>o</sup>/dia) é o número de bolos ruminais; MMtb (seg/bolo) é o tempo de mastigação merérica por bolo ruminal; e MMnb (N<sup>o</sup>/bolo) é o número de mastigações meréricas por bolo ruminal; MMnd (N<sup>o</sup>/bolo) é o número de mastigações por dia (Polli *et al.*, 1996).

As variáveis experimentais foram submetidas à análise de variância e regressão utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (UFV, 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi detectado efeito dos níveis de energia metabolizável ( $P < 0,05$ ) sobre consumo de matéria seca, expresso em g/dia e  $\text{g/kg}^{0,75}$ , apresentando efeito linear crescente (Tabela 3). Contudo, para o consumo de MS, expresso em %PC, não foi observado influência dos níveis de energia na dieta, registrando-se consumo médio de 4,41%PC (Tabela 3). Resultado semelhante foram obtidos por Alves *et al.* (2003) estudando três níveis de EM (2,42; 2,66 e 2,83 Mcal de EM/kg de MS) em ovinos Santa Inês. Mertens (1994) destacou que a base para expressar consumo não é a mesma para os mecanismos físicos e fisiológicos de controle. Para rações de baixa qualidade, em que ingestão é limitada pelo enchimento do rúmen, é ideal expressá-lo em %PC, por se encontrar mais relacionado ao tamanho e a capacidade do trato digestório. Quando o consumo é limitado pela demanda fisiológica de energia, a melhor forma de expressá-lo é com base no peso metabólico.

O consumo de matéria orgânica (MO), PB, EE, CNF e NDT (Tabela 3), expressos em g/dia, apresentaram comportamento semelhante ao consumo de MS, registrando-se efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ). Isso ocorreu devido à maior concentração destes nutrientes nas rações, conforme pode ser constatado na Tabela 2. Observou-se, também, um aumento no consumo de CHOT (Tabela 3), apesar da diminuição desse nutriente à medida que se aumentava os níveis de energia nas rações (Tabela 2). A provável explicação para este fato se deve ao aumento na digestibilidade desse nutriente observado por Carneiro *et al.* (dados não publicados), que trabalharam com carneiros Santa Inês alimentados com os mesmos níveis de energia metabolizável desse trabalho (2,08; 2,28; 2,47 e 2,69 Mcal de EM/kg de MS). Esse resultado corrobora com o obtido por Medeiros *et al.* (2007), estudando o efeito de quatro níveis de concentrado (20; 40; 60 e 80%) em rações de ovinos Morada Nova, onde observaram aumento no consumo de CHOT devido à maior digestibilidade desse nutriente nas rações.

O consumo de FDN (%PC e  $\text{kg/PC}^{0,75}$ ) foi influenciado de maneira linear decrescente ( $P < 0,05$ ) com o aumento dos níveis de energia nas dietas (Tabela 3), devido à redução no teor de FDN na matéria seca total das rações. De acordo com Mertens (1994), quando a densidade energética da dieta é elevada (baixa concentração de FDN), em relação às exigências do animal, o consumo é limitado pela demanda energética, não ocorrendo repleção ruminal. Para dietas de densidade energética baixa (teor de FDN elevado), o consumo será limitado pelo enchimento do rúmen-retículo. Os resultados permitem inferir que a ingestão de alimentos foi, possivelmente, limitada pelo enchimento. Assim, se o consumo diário é a meta primária, teorias relacionadas à regulação do consumo a longo prazo são as mais apropriadas como ponto inicial para derivação das equações. No entanto, equações estáticas podem ser mais realísticas ao início do desenvolvimento do

modelo, pois estimar-se-á o consumo necessário à ingestão diária quando os animais estão adaptados à dieta, em um estado de equilíbrio (Mertens, 1987). É importante ressaltar que o teor ótimo de FDN na ração não deve ser fixo e deve variar conforme o requerimento de energia líquida do animal. Observa-se que, quando o volume da ração é o fator limitante de consumo, os animais necessitam de maior ingestão de nutrientes para suprir a demanda fisiológica; contrariamente, ao se adicionar concentrado, obtêm-se aumento da ingestão de energia até determinado ponto (ponto de transição entre o controle físico e fisiológico) em seguida, o consumo estabiliza-se. Nesse caso, o animal ingere energia suficiente para atender sua demanda fisiológica.

O consumo diário de  $FDN_{CP}$  e FDA não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pelos níveis energéticos das rações (Tabela 3), apesar da concentração destes nutrientes ter diminuído com o aumento da inclusão de concentrado nas rações, conforme pode ser observado na Tabela 2. Estes resultados diferem dos obtidos por Alves *et al.* (2003), onde observaram efeito linear decrescente para o consumo de FDA quando os animais dispunham de níveis mais altos de energia na dieta.

Dentro deste contexto, empregando características de alimento e exigências nutricionais, Mertens (1987), baseado principalmente nos resultados demonstrados por Conrad *et al.* (1964), propôs um modelo estático para estimação do consumo em vacas em lactação, o qual apresenta natureza bifásica em que, dietas que apresentam níveis elevados de energia, têm seu consumo determinado pelo atendimento das exigências do animal. Porém, dietas que apresentem baixos níveis energéticos têm como principal entrave ao consumo a capacidade física de ingestão ou enchimento. Conrad *et al.* (1964), sugeriram ainda, que nos casos em que o consumo seja limitado por entraves físicos, o consumo de FDN mantenha-se próximo ao valor de  $12,0 \pm 1,0$  g/kg PC. Baseando nestas argumentações, nota-se que o efeito de repleção ruminal ocorreu no presente estudo, uma vez que nos níveis 2,08; 2,28; 2,47 e 2,69 Mcal de EM/kg de MS registraram-se valores de 13,89; 15,75; 15,36 e 14,79 g/kg PC, respectivamente. Isto é explicado pelos níveis elevados de FDN nas rações experimentais, onde registrou-se valores de 602,50; 525,70; 455,20 e 374,30 g/kg MS.

**Tabela 3:** Média, coeficiente de variação (CV), coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>), equações de regressão e nível de significância (P) para o consumo de nutrientes em ovinos Santa Inês submetidos a rações com diferentes níveis de energia metabolizável.

Variáveis	Níveis de EM (Mcal/kg MS)				R <sup>2</sup>	P	CV %
	2,08	2,28	2,47	2,69			
<b>Consumo (g/dia)</b>							
MS <sup>1</sup>	695,02	914,17	1030,16	1287,06	0,98	0,002	27,65
MO <sup>2</sup>	713,50	946,88	1071,10	1349,90	0,98	0,002	27,81
PB <sup>3</sup>	107,58	172,19	205,81	253,64	0,97	0,001	28,73
EE <sup>4</sup>	11,80	21,49	34,96	40,28	0,98	0,0001	30,81
FDN <sup>5</sup>	382,24	443,38	422,54	406,89	-	-	27,90
FDN <sub>CP</sub> <sup>6</sup>	382,24	443,38	422,54	406,89	-	-	24,38
FDA <sup>7</sup>	182,37	202,39	172,08	188,00	-	-	25,01
CHOT <sup>8</sup>	538,38	671,18	803,37	873,01	0,99	0,01	29,33
CNF <sup>9</sup>	148,69	248,35	360,52	511,00	0,98	0,00001	33,39
NDT <sup>10</sup>	695,02	914,17	1030,16	1287,06	0,98	0,001	27,65
<b>Consumo (% PC)</b>							
MS <sup>11</sup>	4,01	4,36	4,53	4,68	-	-	18,25
FDN <sup>12</sup>	44,40	45,27	40,27	33,77	0,93	0,0004	18,48
<b>Consumo (g/kg<sup>0,75</sup>)</b>							
MS <sup>13</sup>	80,54	93,27	98,70	107,02	0,97	0,02	18,99
FDN <sup>14</sup>	44,40	45,27	40,27	33,77	0,89	0,009	18,95

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

\* = P<0,05; NS = Não significativo;

$${}^1\hat{Y} = - 1249,47 + 937,54EM^*;$$

$${}^2\hat{Y} = - 1378,86 + 1008,10EM^*;$$

$${}^3\hat{Y} = - 364,41 + 230,94EM^*;$$

$${}^4\hat{Y} = - 88,13 + 48,45EM^*;$$

$${}^5\tilde{Y} = 413,76^{NS};$$

$${}^6\tilde{Y} = 415,42^{NS};$$

$${}^7\tilde{Y} = 186,41^{NS};$$

$${}^8\hat{Y} = - 599,38 + 555,90EM^*;$$

$${}^9\hat{Y} = - 1106,60 + 597,96EM^*;$$

$${}^{10}\hat{Y} = -1249,47 + 937,54EM^*;$$

$${}^{11}\tilde{Y} = 4,39^{NS};$$

$${}^{12}\hat{Y} = 4,91 - 1,25EM^*;$$

$${}^{13}\hat{Y} = - 3,48 + 41,37EM^*;$$

$${}^{14}\hat{Y} = 86,44 - 19,07EM^*.$$



O tempo de alimentação, expresso em h/dia, diminuiu linearmente ( $P < 0,05$ ) com os níveis energéticos das rações experimentais (Tabela 4). Com relação ao tempo de ócio, observou-se aumento linear ( $P < 0,05$ ). No entanto o tempo de ruminação não foi influenciado ( $P > 0,05$ ) pelos níveis de EM (Tabela 4). Estes resultados diferiram daqueles obtido por Dulphy *et al.* (1980), onde relataram que, aumentando a proporção de concentrado na dieta, o tempo despendido no processo fisiológico de ruminação decresce. Esse fato foi confirmado por Bürger *et al.* (2000), em experimentos com bezerros Holandeses alimentados com cinco níveis de concentrado (30; 45; 60; 75 e 90%). Bürger *et al.* (2000), também verificaram que, o tempo médio gasto com alimentação e ruminação diminuiu linearmente com o aumento do nível de concentrado na dieta, ao contrário do que ocorreu com o tempo de ócio, que aumentou linearmente.

**Tabela 4:** Médias, coeficiente de variação (CV), coeficiente de determinação ( $R^2$ ), equações de regressão e nível de significância ( $P$ ), para o tempo de alimentação (TAL), eficiência de alimentação (EAL), tempo de ruminação (TRU), eficiência de ruminação de MS e de FDN (ERU), tempo de mastigação total (TMT) e ócio, em função dos níveis de energia metabolizável (EM) das rações experimentais.

Variáveis	Níveis de EM (Mcal/kg MS)				$R^2$	$P$	CV(%)
	2,08	2,28	2,47	2,69			
TAL (h/dia) <sup>1</sup>	5,83	5,87	4,85	4,77	0,74	0,02	12,23
EAL (g MS/h) <sup>2</sup>	485,67	404,33	304,48	281,43	-	-	27,69
EAL (g FDN/h) <sup>3</sup>	1116,72	772,96	706,11	754,11	-	-	36,85
TRU (h/dia) <sup>4</sup>	9,73	8,77	8,93	8,32	-	-	13,18
ERU (g MS/h) <sup>5</sup>	978,56	585,84	522,69	429,11	0,78	0,007	29,39
ERU (g FDN/h) <sup>6</sup>	1788,48	1208,22	1286,88	1385,23	-	-	39,55
TMT(h/dia) <sup>7</sup>	15,56	14,63	13,78	13,08	0,74	0,02	12,23
Ócio (h/dia) <sup>8</sup>	5,10	5,65	6,14	6,50	0,70	0,03	18,03

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

\* =  $P < 0,05$ ; NS = Não significativo;

$$^1\hat{Y} = 10,35 - 2,10EM^*;$$

$$^2\tilde{Y} = 368,97^{NS};$$

$$^3\tilde{Y} = 837,47^{NS};$$

$$^4\tilde{Y} = 8,93^{NS};$$

$$^5\hat{Y} = 2550,69 - 809,76EM^*;$$

$$^6\tilde{Y} = 1417,20^{NS};$$

$$^7\hat{Y} = 23,94 - 4,06EM^*;$$

$$^8\hat{Y} = 38,54 + 229,62EM^*.$$

Com relação à eficiência de alimentação, expressa em g MS/h e g FDN/h, e eficiência de ruminação, expressa em g FDN/h, não foram registrados efeito ( $P>0,05$ ) dos níveis energéticos sobre essas variáveis (Tabela 4). Segundo Van Soest (1994), o tempo despendido em ruminação, influenciado pela natureza da dieta, é proporcional ao teor de parede celular dos volumosos (quanto maior a participação de volumosos na dieta maior o tempo despendido em ruminação). Contudo, a eficiência de ruminação ou mastigação pode ser reduzida em dietas com maiores proporções de concentrado, fato registrado neste estudo. A redução na eficiência de ruminação não pode ser compensada pelo prolongamento da atividade de ruminação, a eficácia de ruminação é importante no controle da utilidade de volumosos e pode restringir a utilização de alimentos de baixa qualidade, comprometendo a produção animal (Welch, 1982).

Já para o tempo de mastigação total (h/dia), observou-se que foi influenciado ( $P<0,05$ ) pelos níveis energéticos das rações experimentais, apresentando efeito linear decrescente. Segundo Dulphy *et al.* (1980), quando decrescem os constituintes da parede celular da dieta, aumentando o teor de amido, decresce o tempo de mastigação total, o que pode ser observado com a redução linear verificada na Tabela 4. Estes resultados corroboram com os de Bürger *et al.* (2000), mas diferem daqueles obtidos por Mendonça *et al.* (2004), ao alimentarem vacas Holandesas com diferentes relações volumoso:concentrado (60:40 e 50:50).

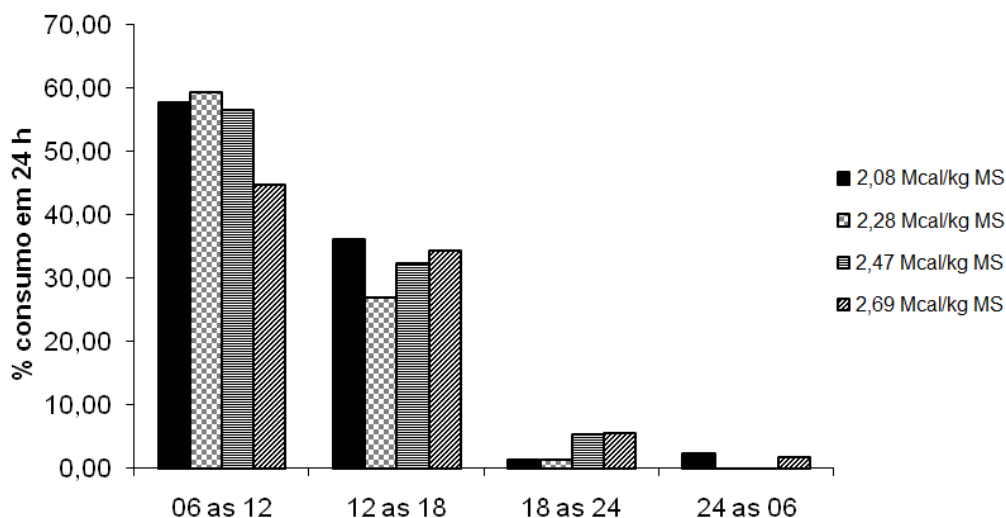
A soma dos períodos 1 e 2, referentes ao período de 6 às 12 horas e de 12 às 18 horas, correspondeu ao maior tempo despendido para o consumo (87,16% do consumo total), logo, o consumo concentrou-se durante o dia (Figura1). Essas observações foram registradas também por Pereira *et al.* (2009), que trabalharam alimentando bovinos Holandeses com dietas contendo feno de capim Tifton 85 com diferentes tamanhos de partícula. A ingestão dos alimentos foi maior durante o dia, correspondendo a 95,05% da atividade de alimentação no período de 6 às 18 horas. De acordo com Dado e Allen (1995), o consumo de MS é maior após o fornecimento da ração, quando o alimento ainda está fresco.

De acordo com Forbes (1995), como ruminantes são animais de hábito diurno, a atividade de alimentação é mais frequente durante o dia que à noite, no entanto, este comportamento pode variar em situações de altas temperaturas, o que não ocorreu neste estudo.

A ruminação ocorreu principalmente no período noturno, horário em que comumente a temperatura do ar é mais amena. A ruminação ocorreu em grande parte entre os períodos 3 e 4, ou seja, das 18 às 24 e das 24 às 6 horas, respectivamente. O padrão diário da atividade de ruminação apresentou valores elevados após 10 horas do fornecimento da alimentação diária, período de 18 às 24 horas, mantendo-se em plena atividade durante o período de 24 às 6 horas. Polli *et al.* (1996) relataram que a distribuição da atividade de ruminação é bastante influenciada pela alimentação, já que a ruminação se processa logo

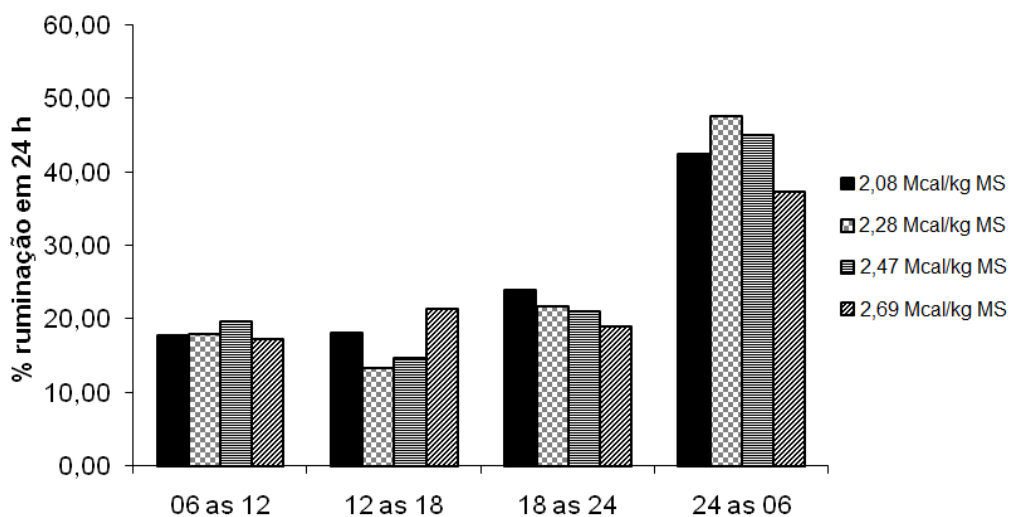
após os períodos de alimentação, quando o animal está tranquilo.

**Figura 1:** Distribuição das atividades de consumo em quatro períodos de tempo (6 às 12; 12 às 18; 18 às 24 e 24 às 6 horas) do dia.



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

**Figura 2:** Distribuição das atividades de ruminação em quatro períodos de tempo (6 às 12; 12 às 18; 18 às 24 e 24 às 6 horas) do dia.



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

Já para variáveis como número de bolos ruminais, número de mastigações merísticas, número de mastigações merísticas por bolo ruminal e do tempo de mastigações merísticas por bolo ruminal (Tabela 5), não foram influenciados ( $P>0,05$ ) pelos níveis de energia metabolizável nas rações.

**Tabela 5:** Médias, coeficiente de variação (CV), coeficiente de determinação ( $R^2$ ), equações de regressão e nível de significância ( $P$ ), para o número de bolos ruminais (NBR), do número de mastigações meréricas (MMnd), das mastigações meréricas por bolo (MMnb), e do tempo de mastigações meréricas por bolo (MMtb), em função dos níveis de energia metabolizável (EM) das rações experimentais.

Variáveis	Níveis de EM (Mcal/kg MS)				$R^2$	$P$	CV(%)
	2,08	2,28	2,47	2,69			
NBR(nº/dia) <sup>1</sup>	905,74	772,17	798,55	772,94	-	-	15,88
MMnd(nº/dia) <sup>2</sup>	51720,91	50992,09	48264,35	45628,94	-	-	16,84
MMnb(nº/bol) <sup>3</sup>	59,13	66,20	62,80	58,40	-	-	22,05
MMtb(seg/bol) <sup>4</sup>	40,50	40,90	41,60	38,70	-	-	19,71

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

\* =  $P < 0,05$ ; NS = Não significativo;

$${}^1\tilde{Y} = 812,35^{NS};$$

$${}^2\tilde{Y} = 49151,57^{NS};$$

$${}^3\tilde{Y} = 61,63^{NS};$$

$${}^4\tilde{Y} = 40,42^{NS}.$$

## CONCLUSÃO

O aumento dos níveis de energia metabolizável das rações influencia o consumo de nutrientes e comportamento ingestivo de ovinos Santa Inês em crescimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, K. S.; CARVALHO, F. F. R.; VÉRAS, A. S. C.; ANDRADE, M. F.; COSTA, R. G.; BATISTA, A. M. V.; MEDEIROS, A. N.; MAIOR JUNIOR, R. J. S.; ANDRADE, D. K. B. Níveis de energia para ovinos Santa Inês: Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1937-1944, 2003 (supl. 2).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Arlington: AOAC International. 1990. 1117p.

BÜRGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; CASALI, A. D. P. Comportamento ingestivo de bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.236-242, 2000.

CONRAD, H. R.; PRATT, A. D.; HIBBS, J. W. Regulation of feed intake in dairy cows. 1. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. **Journal of Dairy Science**, v.47, n.1, p.54-60, 1964.

DADO, R. G.; ALLEN, M. S. Intake limitation, feeding behavior and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **Journal of Animal Science**, v.78, n.1, p.118-133, 1995.

DULPHY, J. P.; REMOND, B.; THERIEZ, M. Ingestive behavior and related activities in ruminants. In: RUCKEBUSH, Y.; THIVEND, P. (Eds.) **Digestive physiology and metabolism in ruminants**. Lancaster: MTP, 1980. p.103-122.

FORBES, J. M. **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Wallington: CAB International, 1995. 532p.

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

JOHNSON, T. R.; COMBS, D. K. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.3, p.933-944, 1991.

MEDEIROS, G. R.; CARVALHO, F. F. R.; FERREIRA, M. A.; BATISTA, A. M. V.; ALVES, K. S.; MAIOR JÚNIOR, R. J. S.; ALMEIDA, S. C. Efeito dos níveis de concentrado sobre o desempenho de ovinos Morada Nova em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1162-1171, 2007 (supl.).

MENDONÇA, S. S.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; SOARES, C. A.; LANA, R. P.; QUEIROZ, A. C.; ASSIS, A. J.; PEREIRA, M. L. A. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar ou silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.723-728, 2004.

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical model function. **Journal of Animal Science**, v.64, p.1548-1558, 1987.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr., G. C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.

MIRANDA, L. F.; QUEIROZ, A. C.; VALADARES FILHO, S. C. *et al.* Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com dietas a base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.614-620, 1999.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of sheep**. Washington DC: National Academy Press, 1985. 99p.

PEREIRA, E. S.; MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; SELAIVE-VILLARROEL, A. B.; PIMENTEL, P. G. Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e comportamento ingestivo de bovinos da raça Holandesa alimentados com dietas contendo feno de capim-tifton 85 com diversos tamanhos de partícula. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.190-195, 2009.

POLLI, V. A.; RESTLE, J.; SENNA, D. B.; ALMEIDA, S. R. S. Aspectos relativos à ruminação de bovinos e bubalinos em regime de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**,

v.25, n.5, p.987-993, 1996.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.10, p.3562-3577, 1992.

VAN SOEST, J. P.; ROBERTSON, J. B. Systems of analysis for evaluating fibrous feed. In: PIGDEN, W. J.; BALCH, C. C.; GRAHAM, M. (Eds.). **Standardization of analytical methodology for feeds**. 1. ed. Ottawa: International Development Research Center, 1980. p.49-60.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Comstock Publishing Associates, 1994. 476p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistema para Análises Estatísticas - SAEG**. Versão 9.1. Viçosa, MG, 2007.

WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999. p.176.

WELCH, J. G. Rumination, particle size and passage from the rumen. **Journal of Animal Science**, v.54, n.4, p.885-895, 1982.

### DESEMPENHO E RENDIMENTOS DE CARÇAÇA E CORTES DE OVINOS DESLANADOS ALIMENTADOS COM NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL

**Rildson Melo Fontenele<sup>1</sup>;**

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

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

**Samila Barbosa Lisboa<sup>2</sup>;**

Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, PI.

<http://lattes.cnpq.br/9197772691531276>

**Francisco Wellington Rodrigues Lima<sup>3</sup>.**

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

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

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar o ganho de peso médio diário (GMD), conversão alimentar (CA), eficiência alimentar (EA), características de carcaça, pesos e rendimento dos cortes comerciais e das categorias de cortes de ovinos Santa Inês em crescimento, alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável (EM). Utilizaram-se 20 animais, não-castrados, com peso corporal de  $13,00 \pm 0,56$  kg e idade média de 50 dias, distribuídos em quatro tratamentos com diferentes níveis energéticos (2,08; 2,28; 2,47 e 2,69 Mcal de EM/kg de MS), em delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições. O feno de Tifton 85 foi utilizado como volumoso. Verificou-se efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ) para o GMD, com valores de 86,60; 120,14; 142,19 e 161,76 g/dia para os níveis de 2,08; 2,28; 2,47 e 2,69 Mcal de EM/kg de MS, respectivamente. Houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) sobre CA e EA. Perda ao jejum, rendimento verdadeiro, rendimentos de carcaça quente e fria, assim como perda por resfriamento, em kg e porcentagem, não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pelos níveis energéticos. Quanto aos pesos de carcaça quente e fria e peso do corpo vazio, em kg, apresentaram efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ) com o aumento dos níveis de energia metabolizável. Os níveis energéticos influenciaram o peso, em kg, da costela e da paleta, em porcentagem ( $P < 0,05$ ). Para os cortes de primeira categoria, em kg e porcentagem, e de terceira categoria, em porcentagem, não apresentaram efeito significativo ( $P > 0,05$ ). Já o corte de segunda categoria, em kg e percentual, foi influenciado ( $P < 0,05$ ) pelos níveis de energia metabolizável. O aumento dos níveis de energia metabolizável nas rações experimentais melhora a conversão alimentar, eficiência alimentar, maximiza o ganho médio diário de peso, peso dos cortes comerciais paleta, em porcentagem, e costela, em quilogramas, bem como, o peso dos cortes de segunda categoria, em porcentagem e

quilogramas, e de terceira categoria, em quilogramas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Concentrado. Cortes comerciais. Pequenos ruminantes. Volumoso.

## PERFORMANCE AND YIELD OF CARCASS AND CUTS OF HAIRLESS SHEEP FED METABOLIZABLE ENERGY LEVELS

**ABSTRACT:** The objective was to evaluate the average daily weight gain (DWG), feed conversion (FC), feed efficiency (FE), carcass characteristics, weights and yield of commercial cuts and cuts categories of growing Santa Inês sheep, fed with different levels of metabolizable energy (ME). We used 20 non-castrated animals, with body weight of  $13.00 \pm 0.56$  kg and average age of 50 days, distributed in four treatments with different energy levels (2.08; 2.28; 2.47 and 2.69 Mcal ME/kg DM), in a randomized block design, with five replications. Tifton 85 hay was used as roughage. There was an increasing linear effect ( $P < 0.05$ ) for DWG, with values of 86.60; 120.14; 142.19 and 161.76 g/day for levels of 2.08; 2.28; 2.47 and 2.69 Mcal ME/kg DM, respectively. There was a significant effect ( $P < 0.05$ ) on FC and FE. Fasting loss, true yield, hot and cold carcass yield, as well as cooling loss, in kg and percentage, were not influenced ( $P > 0.05$ ) by energy levels. As for hot and cold carcass weights and empty body weight, in kg, they showed an increasing linear effect ( $P < 0.05$ ) with increasing levels of metabolizable energy. Energy levels influenced the weight, in kg, of the rib and shoulder, in percentage ( $P < 0.05$ ). For cuts in the first category, in kg and percentage, and third category, in percentage, there was no significant effect ( $P > 0.05$ ). The second category cut, in kg and percentage, was influenced ( $P < 0.05$ ) by the levels of metabolizable energy. Increasing metabolizable energy levels in experimental rations improves feed conversion, feed efficiency, maximizes average daily weight gain, weight of commercial shoulder cuts, in percentage, and rib, in kilograms, as well as the weight of second-rate cuts. category, in percentage and kilograms, and third category, in kilograms.

**KEY-WORDS:** Commercial cuts. Concentrate. Roughage. Small ruminants.

## INTRODUÇÃO

O conhecimento da composição bromatológica dos alimentos disponíveis, das exigências nutricionais, bem como avaliação das características da carcaça e cortes comerciais dos animais utilizados nos sistemas de produção brasileiros são condições essenciais para a melhoria no desempenho produtivo do rebanho.

Apesar da importância da ovinocultura de corte, o Brasil ainda não possui normas nacionais de exigências nutricionais, o que já foi estabelecido há vários anos em países mais economicamente desenvolvidos. Embora o Nordeste seja a região com maior rebanho ovino do Brasil, a oferta da carne ovina ainda é baixa, o que também pode estar relacionado



à falta de organização da cadeia produtiva. Além disso, a oferta de carne ovina é oriunda de carcaças de baixa qualidade, sendo que diversos fatores relacionados ao animal, ao ambiente e à nutrição contribuem para este quadro. O confinamento é uma alternativa para o aumento da disponibilidade de carne ovina, porém, por questões econômicas, as rações em geral contêm elevadas quantidades de volumosos, o que resulta em ganhos de peso pouco expressivos. Desse modo, verifica-se que a baixa produtividade do rebanho ovino nordestino é, em grande parte, reflexo das carências nutricionais as quais os animais são submetidos. Mesmo admitindo-se que a alimentação participa com percentual elevado nos custos totais de produção, para obtenção de elevado desempenho produtivo e reprodutivo dos animais, as rações devem ser formuladas de forma a atender adequadamente suas necessidades nutricionais, o que presume a adição de concentrado.

A valorização da carcaça depende, entre outros fatores, da relação peso corporal: idade de abate, cujo objetivo é a obtenção de pesos maiores em idades menores, de forma a atender às exigências do mercado consumidor. Entretanto, essas carcaças são comercializadas inteiras ou na forma de cortes comerciais. Sendo que, os cortes comerciais variam de região para região e, principalmente, entre países, como resultado do hábito de consumo de seus habitantes (Mattos *et al.*, 2006).

Desta forma, objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito de crescentes níveis energéticos (2,08; 2,28; 2,47 e 2,69 Mcal de EM/kg de MS), sobre o ganho médio diário de peso, conversão alimentar, eficiência alimentar, características de carcaça, peso e rendimento dos cortes comerciais e das categorias de cortes de ovinos Santa Inês.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Setor de Ovinocaprinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza, Ceará. O município de Fortaleza situa-se na zona litorânea, a 15,49 m de altitude, 30°43'02" de latitude sul e 38°32'35" de longitude oeste. A precipitação média anual é de 1.378,3 mm e a umidade relativa do ar é 77%.

Foram utilizados 20 cordeiros da raça Santa Inês, não-castrados, com peso corporal (PC) médio inicial de 13,0 kg  $\pm$  0,56 kg e, aproximadamente, 50 dias de idade, confinados em baias individuais com piso de concreto e providas de comedouro e bebedouro. Inicialmente, os animais foram pesados, identificados e tratados contra ecto e endoparasitas, posteriormente distribuídos em quatro tratamentos experimentais com diferentes níveis de energia metabolizável (2,08; 2,28; 2,47 e 2,69 Mcal de EM/kg de MS), em delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições. O volumoso utilizado foi o feno de capim Tifton 85. As rações experimentais foram formuladas conforme o NRC (1985). As rações foram fornecidas à vontade, uma vez ao dia, às sete horas da manhã, e ajustada de forma a permitir sobras em torno de 20% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. A quantidade de ração oferecida foi registrada diariamente.

A duração do experimento foi definida pelo tempo necessário para que a média do peso de todos os animais de cada tratamento alcançasse 28 kg, ocasião em que eles foram abatidos. Os animais foram pesados ao início do experimento e a cada sete dias, durante o período experimental. Também ocorreram pesagens intermediárias, quando o PC dos animais se aproximava do peso determinado para o abate.

À medida que os animais de cada tratamento foram abatidos, escolhia-se aleatoriamente um animal que estava recebendo a ração com 2,08 Mcal de EM/kg de MS (animal referência), para ser abatido. Em seguida, comparavam-se os pesos dos componentes carcaça dos animais do tratamento que alcançava peso médio de 28 kg, com aqueles do animal referência, para avaliação da influência dos níveis de energia metabolizável sobre o peso desses componentes.

Antes do abate, os animais permaneceram em jejum de sólido e líquido por 18 horas. Decorrido este tempo, foram novamente pesados para obtenção do peso corporal ao abate (PCA), objetivando determinação da perda de peso decorrente do jejum imposto (PJ), que foi calculada da seguinte maneira:  $PJ (\%) = [(PV - PCA) / PCA] \times 100$ .

No momento do abate, os animais foram insensibilizados, por atordoamento, na região atla-occipital, seguido de sangria por quatro minutos, através da seção da carótida e jugular. O sangue foi recolhido em recipiente, com peso previamente conhecido, para pesagem. Em seguida, o trato gastrointestinal (TGI), a bexiga (B) e a vesícula biliar (VB) foram esvaziados e lavados para obtenção do peso do corpo vazio (PCVZ), que foi estimado subtraindo-se do peso corporal ao abate (PCA), os pesos referentes ao conteúdo gastrointestinal (CTGI), da bexiga e da vesícula biliar, em que  $PCVZ = PCA - (CTGI + B + VB)$ .

Após a amputação da cabeça, patas, calda, aparelho reprodutivo, lavada e escorrida, a carcaça foi pesada para obtenção do peso da carcaça quente (PCQ). Posteriormente, as carcaças, depois de envolvidas por sacos plásticos identificados por animal/tratamento, foram transportadas para câmara frigorífica a 4°C e mantidas por 24 horas e pesadas para obtenção do peso da carcaça fria (PCF). Nesta ocasião, foi calculada a perda por resfriamento (PR), em que  $PR (\%) = [(PCQ - PCF) / PCQ] \times 100$  e o rendimento comercial da carcaça ou rendimento da carcaça fria (RCF), que representa a relação entre o PCF e PVA, expresso em porcentagem.

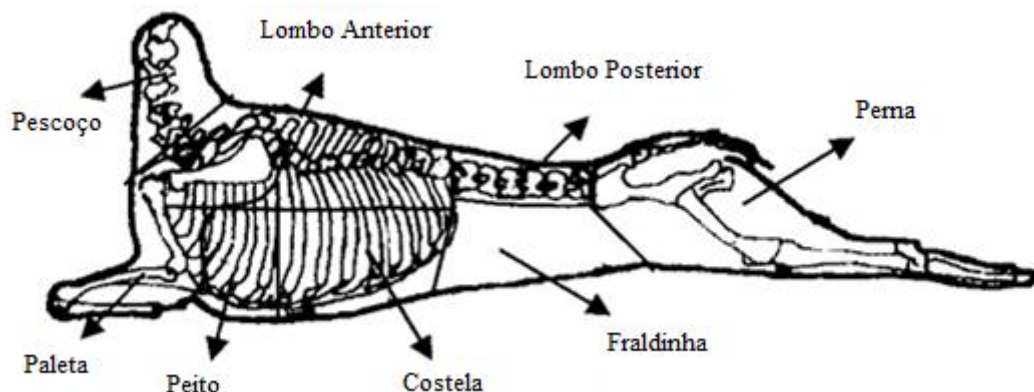
Foi realizada uma secção na sínfise ísquio-pubiano, seguindo o corpo e a apófise espinhosa do sacro, das vértebras lombares e dorsais, submetendo à carcaça a corte longitudinal para a obtenção de metades aproximadamente simétricas. Em seguida, na meia carcaça esquerda, foi efetuado um corte transversal, a altura da 12ª e 13ª costela, para mensuração do perímetro do músculo *Longissimus dorsi*, que foi obtido utilizando-se folhas de transparências. Em seguida, com uso de régua traçaram-se duas retas sobre a imagem do músculo *Longissimus dorsi*, uma que mede a distância máxima desse músculo no sentido médiolateral, correspondendo à largura (medida A) e outra perpendicular à anterior, que mede a distância máxima no sentido dorso-ventral, correspondendo ao comprimento

(medida B), conforme metodologia descrita por Cezar e Sousa (2007). Realizados os procedimentos, as medidas foram inseridas na seguinte fórmula, para determinar a área de olho de lombo (AOL), em cm<sup>2</sup>:

$$AOL = (A/2 \times B/2) \times \omega, \text{ onde: } \omega = 3,1416.$$

Conforme observado na Figura 1, a meia-carcaça esquerda foi subdividida em oito regiões anatômicas, conhecidas por cortes comerciais (paleta, perna, lombo anterior e posterior, costela, pescoço, peito e fraldinha) as quais foram pesadas individualmente, determinando-se as porcentagens que representavam em relação ao todo, de acordo com adaptações dos procedimentos de cortes relatados por Monte (2006).

**Figura 1:** Sistema de cortes da carcaça.



**Fonte:** Adaptado de Monte (2006).

Os limites anatômicos entre os cortes foram efetuados conforme descrito por Gatty (1986), para a espécie ovina, a saber:

**Perna** – compreendeu a região sacral e os segmentos anatômicos: cingulo pélvico, coxa e perna. Obteve-se por um corte transversal que passou entre a articulação da última vértebra lombar e a primeira sacral ao nível da posição média dos ossos do tarso, seccionando os ligamentos supra-espinhoso lombar sacro, interespinhoso e o ligamento longitudinal ventral e dorsal.

**Lombo** – corte dividido em região anterior e posterior.

**Lombo anterior** – a base óssea compreendeu da primeira a última vértebra torácica, delimitada pela parte dorsal da região da lateral do tórax englobando, aproximadamente, sete centímetros de costela.

**Lombo posterior** – o corte compreendeu da primeira à última vértebra lombar, onde

se procedeu um corte entre a última vértebra torácica e a primeira lombar e outro entre a última lombar e a primeira sacral.

**Paleta** – corte que compreende as regiões do cingulo escapular, braço e antebraço, sendo a base óssea formada pela escápula, úmero, rádio, ulna e osso do carpo. Obteve-se mediante secção da região axilar e dos músculos que unem a escápula e o úmero na parte ventral do tórax.

**Costela e peito** – corte correspondente à região inferior da lateral do tórax, seccionada completamente entre a 5ª e 6ª costelas. A porção dianteira ventral foi chamada de peito e a traseira de costela.

**Fraldinha** – corte realizado logo após a cartilagem xifóide (caudal), contornando as cartilagens asternais, última costela e abaixo da base das vértebras lombares.

**Pescoço** – obtido através de cortes entre o osso occipital e o atlas (1ª vértebra cervical) e um segundo corte oblíquo entre a 6ª e 7ª vértebras cervicais, em direção à ponta do esterno, terminando na borda inferior do pescoço.

O rendimento dos cortes foi calculado em relação ao peso da meia carcaça fria, de acordo com a seguinte fórmula: Corte (%) = [corte (kg)/meia carcaça fria (kg)] x 100.

A perna e o lombo (anterior e posterior) foram considerados cortes de primeira categoria, a paleta como de segunda e os demais cortes de terceira categoria, seguindo o sistema de classificação dos cortes adotado por Yamamoto *et al.* (2004).

As variáveis experimentais foram submetidas à análise de variância e regressão utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (VIÇOSA, 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O CMS aumentou linearmente ( $P < 0,05$ ) com o aumento da concentração de energia metabolizável das rações (Tabela 1). Realizando-se o ajuste do consumo de matéria seca em termos de g/kg PCVZ<sup>0,75</sup>/dia, obteve-se a equação ajustada CMS (g/kg PCVZ<sup>0,75</sup>/dia) = - 67,61 + 69,37 EM; ( $r^2 = 0,91$ ;  $P \leq 0,01$ ). Isto é atribuído a maior disponibilidade energética ocasionada pelo maior consumo de energia metabolizável.

O PCVZ variou de forma quadrática ( $P < 0,05$ ) com os níveis energéticos das rações (Tabela 1). Isto pode ser explicado ao fato que rações com menores níveis de concentrado apresentaram maiores teores de fibra e menor digestibilidade, aumentando, dessa forma, o tempo de retenção no ecossistema ruminal. Porém, as rações com maiores níveis de concentrado apresentaram menores teores de fibra e maior digestibilidade, resultando em menor tempo de retenção delas. Este resultado está de acordo com Preston e Willis (1982) e ARC (1980), os quais afirmaram que a adição de concentrado na ração reduz o conteúdo do TGI. Dessa forma, a melhor maneira de expressar o ganho de peso de bovinos alimentados com diferentes níveis de concentrado na ração seria em relação ao peso de

corpo vazio, para evitar a influência do conteúdo do TGI.

Conforme observado na Tabela 1, os animais alimentados com rações com maior concentração de EM apresentaram maior ganho de peso ( $P<0,05$ ), melhor conversão alimentar ( $P<0,05$ ) e maior eficiência de utilização de nutriente ( $P<0,05$ ), o que propicia maior concentração energética corporal, tais fatos podem ser atribuídos em parte a menor relação acetato:propionato favorecida pelo aumento de concentrado na ração, ocasionando maior disponibilidade de energia metabolizável para os animais devido à redução nas perdas de energia na forma de gases de fermentação (principalmente metano) e menor produção de calor dissipada oriundo da fermentação dos substratos fibrosos, além disso, propionato é uma fonte de energia mais flexível do que acetato, podendo ser usado na gliconeogênese e na oxidação direta do ciclo de Krebs.

**Tabela 1:** Médias, coeficiente de variação (CV), coeficiente de determinação ( $R^2$ ), equação de regressão e nível de significância ( $P$ ), para o ganho médio diário de peso (GMD), conversão alimentar (CA), eficiência alimentar (EA), perda ao jejum (PJ), peso da carcaça quente (PCQ), rendimento da carcaça quente (RCQ), peso da carcaça fria (PCF), rendimento da carcaça fria (RCF), perda no resfriamento (PR), peso do corpo vazio (PCVZ) e rendimento verdadeiro (RV), em função dos níveis de energia metabolizável (EM) das rações experimentais.

Variáveis	Níveis de EM (Mcal/kg MS)				CV	$R^2$	P
	2,08	2,28	2,47	2,69			
CMS (g/dia) <sup>1</sup>	695,02	914,17	1030,16	1287,06	27,65	0,98	0,002
GMD (g/dia) <sup>2</sup>	86,60	120,14	142,19	161,76	14,44	0,97	0,0001
PCVZ (kg) <sup>3</sup>	16,89	22,96	23,03	22,32	15,78	0,97	0,01
CA <sup>4</sup>	2,75	1,50	1,00	0,75	20,56	0,96	0,01
EA <sup>5</sup>	12,84	13,35	13,78	13,41	17,03	0,97	0,01
PJ (%) <sup>6</sup>	4,61	7,92	2,78	4,72	24,20	-	-
PCQ (kg) <sup>7</sup>	9,46	13,43	13,03	12,49	16,57	0,79	0,004
RCQ (%) <sup>8</sup>	41,66	46,90	45,82	46,84	7,28	-	-
PCF (kg) <sup>9</sup>	9,35	13,37	12,75	12,27	16,91	0,77	0,003
RCF (%) <sup>10</sup>	41,19	47,09	44,90	46,00	7,58	-	-
PR (kg) <sup>11</sup>	0,11	0,07	0,28	0,22	1,81	-	-
PR (%) <sup>12</sup>	1,07	0,52	2,12	1,81	8,46	-	-
RV (%) <sup>13</sup>	55,53	58,33	56,50	55,82	4,10	-	-

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

\* =  $P<0,05$ ; NS = Não significativo;

$$^1\hat{Y} = - 1249,47 + 937,54EM^*;$$

$$^2\hat{Y} = - 159,25 + 120,66EM^*;$$

$$^3\hat{Y} = - 22,64 + 20,15EM - 0,41EM^{2*};$$

$$^4 \hat{Y} = 9,03 - 3,17EM^*$$

$$^5 \hat{Y} = 0,18 + 5,54EM^*$$

$$^6 \tilde{Y} = 5,00^{NS};$$

$$^7 \hat{Y} = - 14,87 + 13,18EM - 0,26EM^2;$$

$$^8 \tilde{Y} = 45,30^{NS};$$

$$^9 \hat{Y} = - 14,72 + 13,00EM - 0,26EM^2;$$

$$^{10} \tilde{Y} = 44,79^{NS};$$

$$^{11} \tilde{Y} = 0,17^{NS};$$

$$^{12} \tilde{Y} = 1,38^{NS};$$

$$^{13} \tilde{Y} = 56,54^{NS}.$$

Além disso, CA e EA são índices referentes à quantidade de alimento e eficiência de uso de nutrientes, os quais resultam em carne, leite ou lã. Esses índices são dependentes do tipo de alimento, condições ambientais, peso corporal durante o período de avaliação, composição do ganho e estado de saúde do animal. As variáveis analisadas neste estudo indicaram índices de CA e EA melhores para rações com 2,47 e 2,69 Mcal de EM/kg de MS e piores para aquelas com 2,08 e 2,28 Mcal de EM/kg de MS (Tabela 1), o que está de acordo com a afirmação de Silveira e Domingues (1995) de que a EA tende a melhorar com o aumento do nível energético da ração.

As variáveis: perda ao jejum (PJ), rendimento verdadeiro (RV), rendimentos de carcaça quente e fria (RCQ e RCF), assim como a perda por resfriamento (PR), expressas em kg e porcentagem, não foram influenciadas ( $P > 0,05$ ) pelos níveis energéticos das rações (Tabela 1). Estes resultados podem ser decorrentes do período de tempo que os animais ficaram em jejum ( $\pm 18$  horas) assim como do critério de abate ( $\pm 28$  kg) para todos os animais. Estes resultados corroboram com os obtidos por Medeiros (2006), trabalhando com ovinos Morada Nova alimentados com diferentes níveis de concentrado (20,0; 40,0; 60,0 e 80,0%).

Quanto aos pesos de carcaça quente e fria, expressos em kg, observaram-se efeito quadrático crescente ( $P < 0,05$ ) à medida que se aumentaram os níveis de energia metabolizável nas rações experimentais (Tabela 1).

Conforme a Tabela 2, os níveis energéticos nas rações não influenciaram ( $P > 0,05$ ) o peso e o rendimento dos cortes comerciais, com exceção da costela e paleta, expressos em kg e porcentagem, respectivamente. Segundo Mattos *et al.* (2006), a explicação para o aumento do peso da costela é que se trata de uma região do corpo do animal onde a gordura se acumula em maior velocidade, aumentando seu peso, em kg, à medida que o animal cresce e/ou é alimentado com uma ração mais energética. Já o corte paleta, expresso em

porcentagem, foi influenciado ( $P < 0,05$ ) pelos níveis energéticos nas rações, devido à maior quantidade de tecido muscular que esse corte possui, quando comparado com os demais, com exceção da perna. Porém, altos níveis de concentrados na ração (maior quantidade de energia disponível) poderão contribuir para o aumento do tecido adiposo nos pesos mais elevados e, com isso, ocorrendo desvalorização desse corte. Resultados semelhantes ao desse estudo foram obtidos por Alves *et al.* (2003), que trabalharam alimentado ovinos Santa Inês com diferentes níveis energéticos, assim como por Mattos *et al.*, (2006), que trabalharam com caprinos Moxotó e Canindé com dois níveis de alimentação (à vontade e restrita).

A área de olho de lombo (AOL) é considerada um indicador de musculabilidade do animal. Observou-se efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ) para esse parâmetro, indicando que nos maiores níveis energéticos, os cordeiros apresentaram maior musculabilidade na carcaça (Tabela 2). No entanto, valores inferiores foram encontrados por Clementino *et al.*, (2007), ao trabalharem com cordeiros mestiços de Dorper x Santa Inês alimentados com diferentes níveis de concentrados, assim como por Gonzaga Neto *et al.* (2006). Clementino *et al.* (2007) e Gonzaga Neto *et al.* (2006) registraram valores médios de 9,92 e 6,30 cm<sup>2</sup>, respectivamente, para AOL, valores inferiores aos obtidos nesse estudo. No entanto, Garcia *et al.*, (2003) alimentando cordeiros mestiços Suffolk com três níveis de energia (2,60; 2,80 e 3,00 Mcal de EM/kg de MS) em *Creep Feeding*, obtiveram valores médios semelhantes ao desse estudo.

**Tabela 2:** Médias, coeficiente de variação (CV), coeficiente de determinação ( $R^2$ ), equações de regressão e nível de significância ( $P$ ), para os pesos absolutos, em kg, e relativos, em porcentagem, da paleta, perna, pescoço, costela, lombo anterior (LA), lombo posterior (LP), peito, fraldinha (Frald.) e área de olho de lombo (AOL), em função dos níveis de energia metabolizável (EM) das rações experimentais.

Variável	Níveis de EM (Mcal/kg MS)				CV(%)	$R^2$	$P$
	2,08	2,28	2,47	2,69			
Paleta (kg) <sup>1</sup>	0,96	1,20	1,28	1,31	18,69	-	-
Paleta (%) <sup>2</sup>	19,26	18,08	18,98	19,87	4,44	0,70	0,028
Perna (kg) <sup>3</sup>	1,66	2,18	2,14	2,09	19,17	-	-
Perna (%) <sup>4</sup>	32,85	32,65	32,58	32,05	3,33	-	-
Pescoço (kg) <sup>5</sup>	0,44	0,57	0,56	0,53	20,35	-	-
Pescoço (%) <sup>6</sup>	8,75	7,74	9,16	8,35	12,30	-	-
Costela (kg) <sup>7</sup>	0,25	0,43	0,40	0,29	24,22	0,87	0,021
Costela (%) <sup>8</sup>	5,55	6,44	6,00	5,00	18,16	-	-
LA (kg) <sup>9</sup>	0,79	0,99	0,79	0,93	26,44	-	-
LA (%) <sup>10</sup>	14,75	16,48	12,06	14,53	11,74	-	-
LP (kg) <sup>11</sup>	0,34	0,40	0,42	0,38	22,93	-	-
LP (%) <sup>12</sup>	6,82	6,59	6,40	6,81	7,80	-	-
Peito (kg) <sup>13</sup>	0,30	0,43	0,38	0,32	27,53	-	-
Peito (%) <sup>14</sup>	5,63	6,44	5,59	5,94	7,80	-	-
Frald. (kg) <sup>15</sup>	0,31	0,42	0,44	0,46	22,38	-	-
Frald. (%) <sup>16</sup>	7,32	6,20	7,41	7,19	12,75	-	-
AOL <sup>17</sup>	11,10	14,49	12,44	12,20	41,79	0,85	0,01

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

\* = P<0,05; NS = Não significativo;

$$^1\tilde{Y} = 1,18^{NS};$$

$$^2\hat{Y} = 72,29 - 46,87EM + 10,19EM^2;$$

$$^3\tilde{Y} = 2,01^{NS};$$

$$^4\tilde{Y} = 32,53^{NS};$$

$$^5\tilde{Y} = 0,52^{NS};$$

$$^6\tilde{Y} = 8,50^{NS};$$

$$^7\hat{Y} = - 8,21 + 7,13EM - 1,47EM^2;$$

$$^8\tilde{Y} = 5,74^{NS};$$

$$^9\tilde{Y} = 0,87^{NS};$$

$$^{10}\tilde{Y} = 14,45^{NS};$$

$$^{11}\tilde{Y} = 0,38^{NS};$$

$$^{12}\tilde{Y} = 6,65^{NS};$$

$$^{13}\tilde{Y} = 0,35^{NS};$$

$$^{14}\tilde{Y} = 5,90^{NS};$$

$$^{15}\tilde{Y} = 0,40^{NS};$$

$$^{16}\tilde{Y} = 7,03^{NS};$$

$$^{17}\hat{Y} = - 0,52 + 5,59EM^*.$$

Para os cortes de primeira categoria, expressos em quilograma e porcentagem, e de terceira categoria, expressos apenas em porcentagem constataram-se por intermédio de análise de regressão, que os níveis energéticos nas rações não influenciaram ( $P>0,05$ ) o peso desses cortes (Tabela 3). Segundo Petit *et al.* (1994), quando o peso de abate é pré-determinado, diferenças entre níveis energéticos são raras para as características de corte.

Já o corte de segunda categoria, expresso em kg e percentual, foi influenciado ( $P<0,05$ ) pelos níveis de energia metabolizável nas rações (Tabela 3). Como esse corte é composto pela paleta, essa interação significativa pode ser explicada pela maior quantidade de tecido muscular que a paleta possui, quando comparada com os demais constituintes das outras duas categorias de cortes, com exceção da perna, como foi comentado anteriormente.



**Tabela 3.** Médias, coeficiente de variação (CV), coeficiente de determinação ( $R^2$ ), equação de regressão e nível de significância ( $P$ ), para os pesos absolutos, em kg, e relativos, em porcentagem, dos cortes de primeira categoria (cortes 1º), segunda categoria (cortes 2º) e terceira categoria (cortes 3º), em função dos níveis de energia metabolizável (EM) das rações experimentais.

Variáveis	Níveis de EM (Mcal/kg MS)				$R^2$	$P$	CV %
	2,08	2,28	2,47	2,69			
Cortes 1º (kg) <sup>1</sup>	2,56	3,76	3,38	3,26	-	-	13,01
Cortes 1º (%) <sup>2</sup>	54,36	55,35	52,60	53,78	-	-	2,44
Cortes 2º (kg) <sup>3</sup>	0,89	1,21	1,23	1,21	0,75	0,04	9,55
Cortes 2º (%) <sup>4</sup>	19,26	18,08	18,98	19,86	0,70	0,047	4,91
Cortes 3º (kg) <sup>5</sup>	0,22	0,24	0,25	0,24	0,76	0,02	13,01
Cortes 3º (%) <sup>6</sup>	26,73	26,82	28,46	26,46	-	-	4,73

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

\* =  $P < 0,05$ ; NS = Não significativo;

$${}^1\tilde{Y} = 3,24^{NS};$$

$${}^2\tilde{Y} = 54,04^{NS};$$

$${}^3\tilde{Y} = -11,289 + 10,036EM - 2,005EM^2;$$

$${}^4\tilde{Y} = 72,291 - 46,879EM + 10,197EM^2;$$

$${}^5\tilde{Y} = -23,204 + 20,426EM - 4,163EM^2;$$

$${}^6\tilde{Y} = 26,94^{NS}.$$

## CONCLUSÃO

O aumento dos níveis de energia metabolizável nas rações experimentais melhora a conversão alimentar, eficiência alimentar, maximiza o ganho médio diário de peso, peso dos cortes comerciais paleta, em porcentagem, e costela, em quilogramas, bem como, o peso dos cortes de segunda categoria, em porcentagem e quilogramas, e de terceira categoria, em quilogramas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock.** London: Commonwealth agricultural Bureaux, 1980. 351p.

ALVES, K. S.; CARVALHO, F. F. R.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; MEDEIROS, A. N.; NASCIMENTO, J. F.; NASCIMENTO, L. R. S.; ANJOS, A. V. A. Níveis de energia em dietas de ovinos Santa Inês: características de carcaça e constituintes corporais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1927-1936, 2003 (Supl. 2).

CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. **Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e**

**classificação.** 1ª ed. Agropecuária Tropical, 2007. p. 231.

CLEMENTINO, R. H.; SOUSA, W. H.; MEDEIROS, A. N.; CUNHA, M. G. G.; GONZAGA NETO, S.; CARVALHO, F. F. R.; CAVALCANTE, M. A. B. Influência dos níveis de concentrado sobre os cortes comerciais, os constituintes não-carcaça e os componentes da perna de cordeiros confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.681-688, 2007.

GARCIA, C. A.; MONTEIRO, A. L. G.; COSTA, C.; NERES, M. A.; ROSA, G. J. M. Medidas objetivas e composição tecidual da carcaça de cordeiros alimentados com diferentes níveis de energia em *creep feeding*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1380-1390, 2003.

GETTY, R. **Anatomia dos Animais Domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 5ª ed, 1986. v.2. 1963p.

GONZAGA NETO, S.; SILVA SOBRINHO, A. G.; ZEOLA, N. B. L.; MARQUES, C. A. T.; SILVA, A. M. A.; PEREIRA FILHO, J. M.; FERREIRA, A. C. D. Características quantitativas da carcaça de cordeiros deslanados Morada Nova em função da relação volume:concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1487-1495, 2006.

MATTOS, C. W.; CARVALHO, F. F. R. C.; DUTRA JÚNIOR, W. M.; VÉRAS, A. S. C.; BATISTA, A. M. V.; ALVES, K. S.; RIBEIRO, V. L.; SILVA, M. J. M. S.; MEDEIROS, G. R.; VASCONCELOS, R. M. J.; ARAÚJO, A. O.; MIRANDA, S. B. Características de carcaça e dos componentes não-carcaça de cabritos Moxotó e Canindé submetidos a dois níveis de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 2125-2134, 2006.

MEDEIROS, G. R. **Efeito dos níveis de concentrado sobre o desempenho, características de carcaça e componentes não carcaça de ovinos Morada Nova em confinamento**. 2006. 109f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

MONTE, A. L. S. **Composição regional e tecidual da carcaça, rendimento dos componentes não carcaça e qualidade da carne de cabritos mestiços Boer e Anglo Nubiano e cabritos sem padrão racial definido**. 2006. 181f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Sheep**. Washington DC; 1985. p. 99.

PETIT, H. V., VEIRA, D. M., YU, Y. Growth and carcass characteristics of beef steers fed silage and different levels of energy with or without protein supplementation. **Journal of Animal Science**, v.72, n.12, p.3221-3229, 1994.

PRESTON, T. R., WILLIS, M. B. **Intensive Beef Production**. 2.ed. Oxford, Pergamon Press. 1982. p. 567.

SILVEIRA, A. C.; DOMINGUES, C. A. C. Alimentação e conversão de bovinos puros e cruzados. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. *et al.* (Eds.). **Nutrição de Bovinos: Conceitos Básicos e Aplicados**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários

Luiz de Queiroz, 1995. p. 291-320.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. – **Sistema para Análises Estatísticas – SAEG**. Versão 9.1. Viçosa, MG, 2007.

YAMAMOTO, S. M.; MACEDO, F. A. F.; MEXIA, A. A.; ZUNDT, M.; SAKAGUTI, E. S.; ROCHA, G. B. L.; REGAÇONI, K. C. T. MACEDO, R. M. G. Rendimento dos cortes e não-componentes das carcaças de cordeiros terminados com dietas contendo diferentes fontes de óleo vegetal. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.6, p.1909-1913, 2004.

### INFLUÊNCIA DOS NÍVEIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL SOBRE O PESO DOS ÓRGÃOS INTERNOS E DO TRATO DIGESTÓRIO DE OVINOS SANTA INÊS

**Rildson Melo Fontenele<sup>1</sup>;**

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

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

**Samila Barbosa Lisboa<sup>2</sup>;**

Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, PI.

<http://lattes.cnpq.br/9197772691531276>

**Francisco Wellington Rodrigues Lima<sup>3</sup>.**

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

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

**RESUMO:** Avaliou o efeito de níveis de energia metabolizável (EM) sobre peso dos órgãos internos, compartimentos gastrintestinais, conteúdo do trato gastrointestinal (CTGI), peso e rendimento da buchada e panelada de ovinos Santa Inês. Utilizaram-se 20 animais em crescimento, não-castrados, com idade e peso corporal médio de 50 dias e  $13,00 \pm 0,56$  kg. Os tratamentos foram 2,08; 2,28; 2,47 e 2,69 Mcal de EM/kg de MS, com delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições. Volumoso utilizado foi feno de Tifton 85. Não houve influência ( $P>0,05$ ) dos níveis de EM sobre pesos do coração e pulmões (kg e porcentagem), e rins e baço (porcentagem). Também sem influência ( $P>0,05$ ) dos níveis de EM sobre pesos do CTGI (kg e porcentagem). Houve aumento linear ( $P<0,05$ ) para pesos (kg e porcentagem) do fígado. Observou aumento quadrático e linear ( $P<0,05$ ) para pesos (kg e porcentagem) dos rins e baço. Entretanto, não observou influência ( $P>0,05$ ) da EM sobre pesos (kg) do rúmen-retículo, omaso e abomaso (kg e porcentagem) e para o intestino delgado (porcentagem). Já peso do rúmen-retículo e omaso (porcentagem), observou decréscimo linear ( $P<0,05$ ), com o aumento da EM. O peso do intestino delgado (kg) foi influenciado positivamente ( $P<0,05$ ). Já pesos (kg e porcentagem) do intestino grosso aumentou linear e quadraticamente ( $P<0,05$ ), respectivamente, com o aumento da EM. Observou efeito significativo ( $P<0,05$ ) para pesos (kg e porcentagem) das gorduras perirenal, mesentérica e do coração. Os níveis de EM influenciaram positivamente ( $P<0,05$ ) peso da buchada. No entanto, houve efeito quadrático ( $P<0,05$ ) no rendimento e sua derivação ajustou-se a um ponto de máxima no nível de 2,69 Mcal/kg de MS. Também houve efeito ( $P<0,05$ ) sobre peso e rendimento da panelada (kg e porcentagem). O aumento dos níveis de EM influencia peso dos órgãos internos e peso e rendimento da buchada e

panelada de ovinos Santa Inês em crescimento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Concentrado. Conteúdo gastrointestinal. Pequenos ruminantes

## INFLUENCE OF METABOLIZABLE ENERGY LEVELS ON THE WEIGHT OF INTERNAL ORGANS AND DIGESTIVE TRACT OF SANTA INÊS SHEEP

**ABSTRACT:** Evaluated the effect of metabolizable energy (ME) levels on the weight of internal organs, gastrointestinal compartments, gastrointestinal tract content (GTC), weight and yield of buchada and panelada of Santa Inês sheep. 20 growing, non-castrated animals were used, with an average age and body weight of 50 days and  $13.00 \pm 0.56$  kg. The treatments were 2.08; 2.28; 2.47 and 2.69 Mcal ME/kg DM, with a randomized block design, with five replications. Roughage used was Tifton 85 hay. There was no influence ( $P > 0.05$ ) of ME levels on the weights of the heart and lungs (kg and percentage), and kidneys and spleen (percentage). Also without influence ( $P > 0.05$ ) of ME levels on CTG weights (kg and percentage). There was a linear increase ( $P < 0.05$ ) in liver weights (kg and percentage). A quadratic and linear increase ( $P < 0.05$ ) was observed in the weights (kg and percentage) of the kidneys and spleen. However, there was no influence ( $P > 0.05$ ) of ME on weights (kg) of the rumen-reticle, omasum and abomasum (kg and percentage) and for the small intestine (percentage). The weight of the rumen-reticle and omasum (percentage) showed a linear decrease ( $P < 0.05$ ), with the increase in ME. The weight of the small intestine (kg) was positively influenced ( $P < 0.05$ ). Weights (kg and percentage) of the large intestine increased linearly and quadratically ( $P < 0.05$ ), respectively, with increasing ME. A significant effect ( $P < 0.05$ ) was observed for weights (kg and percentage) of perirenal, mesenteric and heart fat. ME levels positively influenced ( $P < 0.05$ ) bushing weight. However, there was a quadratic effect ( $P < 0.05$ ) on yield and its derivation adjusted to a maximum point at the level of 2.69 Mcal ME/kg DM. There was also an effect ( $P < 0.05$ ) on the weight and yield of the batch (kg and percentage). The increase in ME levels influences the weight of internal organs and the weight and yield of the buchada and panelada of growing Santa Inês sheep.

**KEY-WORDS:** Concentrate. Gastrointestinal content. Small ruminants.

## INTRODUÇÃO

A importância dos componentes não-carcaça não está relacionada apenas ao rendimento de carcaça, mas também ao alimento que poderia consistir em alternativa para as populações menos favorecidas, as quais necessitam, invariavelmente, de proteína de origem animal. A obtenção de informação sobre os componentes não-carcaça pode agregar maior valor econômico ao animal e, conseqüentemente, melhorar o rebanho, possibilitando que o animal expresse seu potencial genético (Rosa *et al.*, 2002).

Portanto, a qualidade do animal vivo não depende somente do rendimento de carcaça e de seus cortes, mas também da proporção e qualidade dos demais componentes do peso corporal, sendo necessária a valorização desses componentes para que a comercialização seja justa para os produtores que buscam a qualidade total, além de beneficiar os consumidores, tanto pelo menor preço como pela melhoria no aspecto sanitário (Osório *et al.*, 2002).

A gordura pode ser considerada, uma fração importante, como constituinte da carcaça, pois influencia o aspecto visual, a porção comestível e a qualidade da carne, além de servir como proteção (gordura subcutânea) contra a desidratação no resfriamento das carcaças (Moleta e Restle, 1996). Contudo, o seu excesso pode diminuir o rendimento de carne magra. O rendimento de carcaça, também pode ser influenciado pelo peso do conteúdo gastrointestinal, que por sua vez é diretamente influenciado pelo número de horas de jejum a que os animais foram submetidos, e pelo tipo de dieta (Patterson *et al.*, 1998).

O peso do conteúdo do trato gastrointestinal em relação ao peso do corpo vazio é alto nos ovinos criados no Brasil. Isto se deve basicamente a dois fatores: o primeiro está relacionado com a baixa digestibilidade das forragens utilizadas em sistemas de pastejo e/ou alta relação volumoso:concentrado.

Segundo o ARC (1980), o conteúdo gastrointestinal dos animais apenas pode ser mesurado após seu abate. Sua determinação pode ser efetuada diretamente por pesagem ou, indiretamente, como a diferença entre o peso corporal e o peso do corpo vazio.

Poucas pesquisas têm sido feitas por parte dos nutricionistas de ruminantes sobre os aspectos quantitativos das partes não-integrantes da carcaça, pois estas tendem a variar de acordo com a raça, o estágio de maturidade e o nível nutricional, tendo, conseqüentemente, influência sobre o rendimento de carcaça, as exigências de manutenção e o ganho de peso (Signoretti *et al.*, 1999).

Desta forma, objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito de crescentes níveis energéticos (2,08; 2,28; 2,47 e 2,69Mcal de EM/kg de MS), sobre o conteúdo do trato gastrointestinal, peso dos órgãos internos e compartimentos gastrintestinais, peso e rendimento da buchada e panelada em ovinos Santa Inês.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Setor de Ovinocaprinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza, Ceará. O município de Fortaleza situa-se na zona litorânea, a 15,49 m de altitude, 30°43'02" de latitude sul e 38°32'35" de longitude oeste. A precipitação média anual é de 1.378,3 mm e a umidade relativa do ar é 77%.

Foram utilizados 20 cordeiros da raça Santa Inês, não-castrados, com peso corporal (PC) médio inicial de 13,0 kg ± 0,56 kg e, aproximadamente, 50 dias de idade, confinados em baias individuais com piso de concreto e providas de comedouro e bebedouro. Inicialmente, os animais foram pesados, identificados e tratados contra ecto e endoparasitas, posteriormente distribuídos em quatro tratamentos experimentais com diferentes níveis de energia metabolizável (2,08; 2,28; 2,47 e 2,69 Mcal de EM/kg de MS), em delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições. O volumoso utilizado foi o feno de capim Tifton 85. As rações experimentais foram formuladas conforme o NRC (1985). As rações foram fornecidas à vontade, uma vez ao dia, às sete horas da manhã, e ajustada de forma a permitir sobras em torno de 20% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. A quantidade de ração oferecida foi registrada diariamente.

A duração do experimento foi definida pelo tempo necessário para que a média do peso de todos os animais de cada tratamento alcançasse 28 kg, ocasião em que eles foram abatidos. Os animais foram pesados ao início do experimento e a cada sete dias, durante o período experimental. Também ocorreram pesagens intermediárias, quando o peso corporal (PC) dos animais se aproximava do peso determinado para o abate.

À medida que os animais de cada tratamento foram abatidos, escolhia-se aleatoriamente um animal que estava recebendo a ração com 2,08 Mcal de EM/kg de MS (animal referência), para ser abatido. Os componentes não-carcaça analisados foram constituídos por coração, pulmões, fígado, rins, baço, rúmen-retículo, omaso, abomaso, intestinos delgado e grosso, gorduras perirenal, omental, mesentérica e do coração. Os componentes do trato gastrintestinal (TGI) foram pesados cheios e, logo após, esvaziados, lavados e novamente pesados, para determinação do conteúdo do TGI.

Em seguida, comparavam-se os pesos desses componentes e do conteúdo do TGI dos animais do tratamento que alcançavam peso médio de 28 kg, com aqueles do animal referência, para avaliação da influência dos níveis de energia metabolizável sobre seus respectivos pesos.

O rendimento dos componentes não-carcaça foi calculado em relação ao peso do corpo vazio (PCVZ), de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{CNC (\%)} = (\text{CNC/PCVZ}) \times 100$$

Onde: CNC (%): rendimento dos componentes não-carcaça.

Após o abate, efetuou-se a evisceração com a separação dos órgãos brancos (rúmen-retículo, omaso, abomaso e intestinos) e vermelhos (coração, fígado, rins, pulmões), do sangue, da gordura visceral (omental, mesentérica, perirenal e do coração) e de alguns

componentes corporais externos, como cabeça, pés e pele. Após a separação, foram pesados para determinação de seus pesos individuais e obtenção dos rendimentos de buchada (RB (%)) =  $[(\sum OC(kg)/PA(kg))] \times 100$ , e panelada (RP (%)) =  $[(\sum OC(kg) + \text{pés (kg)} + \text{cabeça (kg)}/PA(kg))] \times 100$ , em que OC (órgãos comestíveis = órgãos vermelhos e órgãos brancos) e PA = peso de abate.

As variáveis experimentais foram submetidas à análise de variância e regressão utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (Viçosa, 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada influência ( $P > 0,05$ ) dos níveis de energia metabolizável sobre os pesos de órgãos como coração e pulmões, expressos em kg e porcentagem (Tabela 1). Isso é explicado pelo fato destes órgãos conseguirem manter sua integridade por terem prioridade na utilização de nutrientes, independente do nível de alimentação (Ferreira *et al.*, 2000).

**Tabela 1:** Médias, coeficiente de variação (CV), coeficiente de determinação ( $R^2$ ), equação de regressão e nível de significância ( $P$ ) para os pesos absoluto, em kg, e relativo, em porcentagem, do conteúdo do trato gastrointestinal (TGI), coração, pulmões, fígado, rins e baço, em função dos níveis de energia metabolizável das rações experimentais.

Variáveis	Níveis de EM (Mcal/kg MS)				CV(%)	R <sup>2</sup>	P
	2,08	2,28	2,47	2,69			
CTGI (kg) <sup>1</sup>	7,92	8,15	7,37	8,44	20,73	-	-
CTGI (%) <sup>2</sup>	48,30	36,07	32,07	38,87	28,22	-	-
Coração (kg) <sup>3</sup>	0,089	0,106	0,113	0,101	16,63	-	-
Coração (%) <sup>4</sup>	0,52	0,46	0,50	0,46	11,30	-	-
Pulmões (kg) <sup>5</sup>	0,365	0,373	0,314	0,302	27,78	-	-
Pulmões (%) <sup>6</sup>	2,53	1,62	1,36	1,37	27,05	-	-
Fígado (kg) <sup>7</sup>	0,316	0,403	0,490	0,516	13,51	0,99	0,0003
Fígado (%) <sup>8</sup>	1,91	1,78	2,13	2,31	12,02	0,77	0,001
Rins (kg) <sup>9</sup>	0,059	0,071	0,080	0,075	8,99	0,96	0,001
Rins (%) <sup>10</sup>	0,37	0,31	0,35	0,34	14,27	-	-
Baço (kg) <sup>11</sup>	0,037	0,045	0,061	0,056	27,38	0,72	0,028
Baço (%) <sup>12</sup>	0,22	0,20	0,26	0,25	22,26	-	-

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

\* =  $P < 0,05$ ; NS = Não significativo;

<sup>1</sup> $\bar{Y} = 7,97^{NS}$ ;

<sup>2</sup> $\bar{Y} = 38,82^{NS}$ ;

<sup>3</sup> $\bar{Y} = 0,102^{NS}$ ;



$$^4 \tilde{Y} = 0,48^{NS};$$

$$^5 \tilde{Y} = 0,338^{NS};$$

$$^6 \tilde{Y} = 1,72^{NS};$$

$$^7 \hat{Y} = - 0,358 + 0,332EM^*;$$

$$^8 \hat{Y} = 0,10 + 0,80EM^*;$$

$$^9 \hat{Y} = - 0,555 + 0,502EM - 0,099EM^2*;$$

$$^{10} \tilde{Y} = 0,34^{NS};$$

$$^{11} \hat{Y} = - 0,034 + 0,035EM^*;$$

$$^{12} \tilde{Y} = 0,23^{NS}.$$

Também, foi observado na Tabela 1, que não houve influência ( $P>0,05$ ) dos níveis energéticos das rações sobre os pesos, em kg e porcentagem, do CTGI. Resultados diferentes foram obtidos por Gesualdi Junior *et al.* (2001), alimentando bovinos  $F_1$  (Limousin x Nelore) com cinco níveis de concentrado (25,0; 37,5; 50,0; 62,5 e 75,0%). Assim como Medeiros *et al.* (2008), que alimentaram ovinos Morada Nova com quatro níveis de concentrado (20; 40; 60 e 80%). Rações com maiores quantidades de concentrados fornecem maior aporte de nutrientes digestíveis totais, promovendo menor enchimento do trato digestório (Balch e Campling, 1962; ARC, 1980).

Houve aumento linear ( $P<0,05$ ) para os pesos, em kg e porcentagem, do fígado (Tabela 1). O fígado é importante para os vários processos metabólicos com participação ativa no metabolismo energético e protéico dos animais, a exemplo da captação de cerca de 80% do propionato que passa pelo sistema portal para a conversão em glicose (Van Soest, 1994) e da captação de amônia e conversão em ureia, além do metabolismo de aminoácidos (Lobley *et al.*, 2000). Portanto, o aumento dos níveis de energia metabolizável estimulou o desenvolvimento do fígado. Esses resultados corroboram com os obtidos por Mattos *et al.* (2006), que alimentaram caprinos Moxotó e Canindé com dois níveis de alimentação (restrita e à vontade).

Para o peso dos rins e baço, observou-se efeito significativo ( $P<0,05$ ) apenas para o peso, expresso em kg, desses órgãos (Tabela 1). Esses órgãos têm elevadas taxas metabólicas, por participarem ativamente no metabolismo de nutrientes e, portanto, respondem à ingestão de energia (Ferrel e Jenkins, 1998ab). Porém, os resultados desse estudo diferiram dos obtidos por Silva *et al.* (2002), que alimentaram bovinos Nelores com diferentes níveis de concentrado (20; 40; 60 e 80%) e proteína (15 e 28%). Assim como os de Alves *et al.* (2003), que trabalharam alimentando ovinos da raça Santa Inês com diferentes níveis de EM (2,42; 2,66 e 2,83 Mcal de EM/kg de MS).

Não foi observado influência ( $P>0,05$ ) dos níveis energéticos das rações experimentais sobre os pesos, em kg, do rúmen-retículo e omaso (Tabela 2). O crescimento do rúmen-retículo pode ser influenciado por vários fatores, dentre eles a ração (Van Soest, 1994). À medida que aumenta os níveis dietéticos de energia, há redução nos teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, tendo relação direta com o aumento de tamanho do rúmen-retículo. Ainda, segundo Van Soest (1994), rações com elevados níveis de energia promovem involução do omaso.

O peso do rúmen-retículo e omaso, expressos em porcentagem, apresentou decréscimo linear ( $P<0,05$ ) com o aumento dos níveis de EM (Tabela 2). Resultados semelhantes foram obtidos por Silva *et al.* (2002). Porém, diferiram dos obtidos por Signoretti *et al.* (1999), que alimentaram bovinos da raça Holandesa com quatro níveis de concentrado (45,0; 60,0; 75,0 e 90,0%). Rosa *et al.* (2002) reportaram que o rúmen-retículo e omaso, apresentam crescimento heterogônico tardio ( $b>1$ ), o que contribui para redução do rendimento da carcaça.

**Tabela 2:** Médias, coeficiente de variação (CV), coeficiente de determinação ( $R^2$ ), equação de regressão (ER) e nível de significância ( $P$ ) para os pesos absolutos, em kg, e relativo, em porcentagem, do rúmen-retículo (RURE), omaso (OMA), abomaso (ABO), intestino delgado (ID), intestino grosso (IG) e gorduras perirenal (GPR), omental (GO), mesentérica (GM) e do coração (GC), em função dos níveis de energia metabolizável (EM) das rações experimentais.

Variáveis	Níveis de EM (Mcal/kg MS)				CV(%)	$R^2$	$P$
	2,08	2,28	2,47	2,69			
RURE (kg) <sup>1</sup>	0,549	0,622	0,641	0,585	12,19	-	-
RURE (%) <sup>2</sup>	3,31	2,73	2,79	2,64	12,14	0,55	0,01
OMA (kg) <sup>3</sup>	0,060	0,065	0,066	0,056	16,49	-	-
OMA (%) <sup>4</sup>	0,37	0,29	0,29	0,25	15,65	0,78	0,002
ABO (kg) <sup>5</sup>	0,085	0,095	0,102	0,094	15,76	-	-
ABO (%) <sup>6</sup>	0,51	0,42	0,45	0,42	15,19	-	-
ID (kg) <sup>7</sup>	0,454	0,509	0,556	0,603	14,87	0,99	0,003
ID (%) <sup>8</sup>	2,73	2,24	2,44	2,73	17,23	-	-
IG (kg) <sup>9</sup>	0,260	0,276	0,287	0,324	11,75	0,91	0,01
IG (%) <sup>10</sup>	1,58	1,22	1,26	1,46	15,50	0,88	0,02
GPR (kg) <sup>11</sup>	0,181	0,310	0,287	0,388	29,76	0,87	0,01
GPR (%) <sup>12</sup>	1,02	1,35	1,24	1,72	23,98	0,84	0,01
GO (kg) <sup>13</sup>	0,288	0,563	0,554	0,514	36,87	-	-
GO (%) <sup>14</sup>	1,59	2,44	2,35	2,27	37,03	-	-
GM (kg) <sup>15</sup>	0,183	0,304	0,345	0,360	29,95	0,77	0,01
GM (%) <sup>16</sup>	1,03	1,32	1,47	1,59	27,01	0,91	0,006
GC (kg) <sup>17</sup>	0,49	0,73	0,78	0,33	9,36	0,94	0,01
GC (%) <sup>18</sup>	0,29	0,32	0,34	0,15	9,36	0,92	0,04

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

\* = P<0,05; NS = Não significativo;

$${}^1\tilde{Y} = 0,599^{NS};$$

$${}^2\hat{Y} = 5,03 - 0,91EM^*;$$

$${}^3\tilde{Y} = 0,061^{NS};$$

$${}^4\hat{Y} = 0,69 - 0,16EM^*;$$

$${}^5\tilde{Y} = 0,094^{NS};$$

$${}^6\tilde{Y} = 0,45^{NS};$$

$${}^7\hat{Y} = - 0,049 + 0, 244EM^*;$$

$${}^8\tilde{Y} = 2,52^{NS};$$

$${}^9\hat{Y} = 0,043 + 0,102EM^*;$$

$${}^{10}\hat{Y} = 20,92 - 16,38EM + 3,40EM^2*;$$

$${}^{11}\hat{Y} = - 0,397 + 0,290EM^*;$$

$${}^{12}\hat{Y} = - 1,01+ 0,98EM^*;$$

$${}^{13}\tilde{Y} = 0,479^{NS};$$

$${}^{14}\tilde{Y} = 2,16^{NS};$$

$${}^{15}\hat{Y} = - 0,344 + 0, 270EM^*;$$

$${}^{16}\hat{Y} = 0,74 + 0,88EM^*;$$

$${}^{17}\hat{Y} = 0,223 + 0,196EM - 0,041EM^2*;$$

$${}^{18}\hat{Y} = - 7,03 + 6,37EM - 1,37EM^2*.$$

O peso do abomaso, expressos em kg e porcentagem, não foi influenciado ( $P>0,05$ ) pelos níveis de energia das rações experimentais (Tabela 2). Em relação ao intestino delgado, observou influência ( $P<0,05$ ) dos níveis de energia sobre esse órgão apenas para o peso em kg (Tabela 2). Maior proporção de concentrado promoveu o aumento de comprimento e, conseqüentemente, de peso dessa víscera, provavelmente como forma de ampliar a área de digestão e absorção de nutrientes. Van Soest (1994) reportou que nos ruminantes, somente pequena quantidade de carboidratos solúveis escapa do rúmen para o intestino delgado, e a principal atividade desse compartimento é absorção de aminoácidos. Medeiros (2006) verificou efeito semelhante para o peso, em kg, do intestino delgado, ao alimentar ovinos da raça Morada Nova com quatro níveis de concentrado (20,0; 40,0; 60,0 e 80,0%). Entretanto, Alves *et al.* (2003) não observaram efeito dos níveis de energia metabolizável nas rações sobre o peso do intestino delgado, trabalhando com ovinos da raça Santa Inês com três níveis energéticos (2,42; 2,66 e 2,83 Mcal de EM/kg de MS).

Já para os pesos, em kg e porcentagem, do intestino grosso, foi observado um aumento linear e quadrático ( $P < 0,05$ ), respectivamente, com o aumento dos níveis de EM nas rações experimentais, conforme observado na Tabela 2. Estes resultados corroboram os obtidos por Ferreira *et al.* (2000) para o intestino grosso, expressos em kg e porcentagem, de bovinos F<sub>1</sub> (Simental x Nelore) alimentados com cinco níveis de concentrados (25,0; 37,5; 50,0; 62,5 e 75,0%). Mas diferindo de Vêras *et al.* (2001) que não encontraram diferenças significativas para essas variáveis ao alimentar bovinos Nelore com diferentes níveis de concentrados na ração (25,0; 32,5; 50,0; 62,5 e 75,0%).

Neste estudo, foi observado efeito significativo ( $P < 0,05$ ) para os pesos, em kg e porcentagem, das gorduras perirenal, mesentérica e do coração (Tabela 2). O aumento do nível de EM nas rações experimentais proporcionou maior quantidade de gordura depositada. Estes resultados corroboram os de Kosloski (2002), afirmando que o aumento do concentrado promove ruminalmente aumento na concentração de propionato e diminuição na relação acetato:propionato, resultando em maior disponibilidade de energia, favorecendo a secreção de insulina e induzindo à lipogênese. Considerando que, a gordura interna não é aproveitada para consumo humano, havendo perda de energia dietética (Ferreira *et al.*, 2000).

**Tabela 3:** Médias, coeficiente de variação (CV), coeficiente de determinação ( $R^2$ ), equação de regressão e nível de significância ( $P$ ), para os pesos absolutos, em kg, e relativos, em porcentagem, da buchada e panelada, em função dos níveis de energia metabolizável (EM) das rações experimentais.

Variáveis	Níveis de EM (Mcal/kg MS)				$R^2$	$P$	CV %
	2,08	2,28	2,47	2,69			
Buchada (kg) <sup>1</sup>	2,99	3,59	3,91	4,02	0,74	0,0012	9,55
Buchada (%) <sup>2</sup>	14,04	13,14	14,43	15,71	0,88	0,0022	3,77
Panelada (kg) <sup>3</sup>	4,42	5,33	5,59	5,70	0,74	0,0019	8,08
Panelada (%) <sup>4</sup>	20,50	19,29	20,39	22,09	0,82	0,0099	4,05

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

Buchada - coração, pulmões, fígado, intestinos, rins, rúmen e o sangue;

Panelada - constituintes da buchada + pés e cabeça;

\* =  $P < 0,05$ ; NS = Não significativo;

$${}^1\hat{Y} = - 0,231 + 1,624EM^*;$$

$${}^2\hat{Y} = 75,629 - 55,078EM + 12,208EM^2;$$

$${}^3\hat{Y} = 0,670 + 1,934EM^*;$$

$${}^4\hat{Y} = 107,746 - 76,770EM + 16,713EM^2.$$

O aumento dos níveis de energia metabolizável influenciou significativamente ( $P < 0,05$ ) o peso da buchada, que aumentou conforme elevaram os níveis de concentrado (Tabela 3). No entanto, houve efeito quadrático no rendimento e sua derivação ajustou-se a um ponto de máxima no nível de 2,69 Mcal/kg de MS, no qual manteve o melhor rendimento. Os níveis energéticos tiveram efeito significativo, também ( $P < 0,05$ ) sobre o peso e rendimento da panelada, expresso em kg e porcentagem, respectivamente (Tabela 3). Resultados semelhantes para o peso e rendimento de buchada, foram observados por Clementino *et al.* (2007), que trabalharam alimentando cordeiros mestiços Dorper x Santa Inês com diferentes níveis de concentrado (30; 45; 60 e 75%).

Os componentes não carcaça podem representar mais de 50% do peso corporal do animal (Carvalho *et al.*, 2005). Destes, as vísceras representam em média 20% do peso corporal, rendimento extremamente significativo que pode ser revertido em lucro para o produtor, uma vez que elas podem ser utilizadas na culinária e são muito apreciadas pela população nordestina (Costa *et al.*, 2005).

## CONCLUSÕES

O aumento dos níveis de energia metabolizável das rações influencia o peso do fígado, rins, baço, intestinos delgado e grosso, gorduras perirenal, mesentérica e do coração, em quilogramas, peso do fígado, rúmen-retículo, omaso, intestino grosso, gorduras perirrenal, mesentérica e do coração, em porcentagem, assim como o peso e rendimento da buchada e panelada de ovinos Santa Inês em crescimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The nutrient requirements of ruminants livestock**. London: Commonwealth agricultural Bureaux, 1980. 351p.

ALVES, K. S.; CARVALHO, F. F. R.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; MEDEIROS, A. N.; NASCIMENTO, J. F.; NASCIMENTO, L. R. S.; ANJOS, A. V. A. Níveis de energia em dietas de ovinos Santa Inês: características de carcaça e constituintes corporais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1927-1936, 2003 (Supl. 2).

BALCH, G. C.; CAMPLING, R. C. Regulation of voluntary intake in ruminants. **Nutrition Abstract Reviews**, v.32, n.3, p.669-686, 1962.

CARVALHO, S. VERGUEIRO, A.; KIELING, R. Avaliação da suplementação concentrada em pastagem de Tifton-85 sobre os componentes não carcaça de cordeiros. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 15, n. 2, p.435-439, 2005.

CLEMENTINO, R. H.; SOUSA, W. H.; MEDEIROS, A. N.; CUNHA, M. G. G.; GONZAGA NETO, S.; CARVALHO, F. F. R.; CAVALCANTE, M. A. B. Influência dos níveis de concentrado sobre os cortes comerciais, os constituintes não-carcaça e os componentes da perna de

cordeiros confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.681-688, 2007.

COSTA, R. G. MADRUGA, M. S.; SANTOS, N. M. *et al.* Características físico-químicas e microbiológicas da “buchada” de caprinos em diferentes regiões da Paraíba. **Revista Nacional da Carne**, São Paulo, n. 343, p.156-163, 2005.

FERREIRA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; MUNIZ, E. B. *et al.* Características das carcaças, biometria do trato gastrointestinal, tamanho dos órgãos internos e conteúdo gastrointestinal de bovinos F1 Simental x Nelore alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1174-1182, 2000.

FERRELL, C. L.; JENKENS, 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 Piemontese Sires. **Journal of Animal Science**, v.76: p.637-646. 1998a.

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

GESUALDI JÚNIOR, A.; VELOSO, C. M.; PAULINO, M. F. *et al.* Níveis de concentrado na dieta de bovinos F1 Limousin x Nelore: Peso dos órgãos internos e trato digestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1866-1871, 2001.

LOBLEY, G. E.; MILANO, G. D.; VAN DER WALT, J. G. The liver: integrator of nitrogen metabolism. In: CRONJÉ, P. B.; BOOMKER, E. A.; HENNING, P. H. *et al.* (Eds.) **Ruminant physiology: digestion, metabolism, growth and reproduction**. London: CAB International, 2000. p.149-168.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2002. 140p.

MATTOS, C. W.; CARVALHO, F. F. R. C.; DUTRA JÚNIOR, W. M., VÉRAS, A. S. C.; BATISTA, A. M. V.; ALVES, K. S.; RIBEIRO, V. L.; SILVA, M. J. M. S.; MEDEIROS, G. R.; VASCONCELOS, R. M. J.; ARAÚJO, A. O.; MIRANDA, S. B. Características de carcaça e dos componentes não-carcaça de cabritos Moxotó e Canindé submetidos a dois níveis de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2125-2134, 2006.

MEDEIROS, G. R. **Efeito dos níveis de concentrado sobre o desempenho, características de carcaça e componentes não carcaça de ovinos Morada Nova em confinamento**. 2006. 109f. Tese (Doutorado em Zootecnia). Recife.

MEDEIROS, G. R.; CARVALHO, F. F. R.; FERREIRA, M. A.; ALVES, K. S.; MATTOS, C. W.; SARAIVA, T. A.; NASCIMENTO, J. F. Efeito dos níveis de concentrado sobre os componentes não-carcaça de ovinos Morada Nova em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1063-1071, 2008.

MOLETTA, J. L.; RESTLE, J. Características de carcaça de novilhos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.5, p.876-

887, 1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of sheep. Washington DC; 1985. 99p.

OSÓRIO, J. C. S.; OSÓRIO, M. T. M.; OLIVEIRA, N. M. *et al.* **Qualidade, morfologia e avaliação de carcaças**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2002. 194p.

PATTERSON, D. C.; YAN, T.; GORDON, F. J.; KILPATRICK, D. J. Effects of bacterial inoculation of unwilted and wilted grass silages. 2. Intake, performance and eating behaviour by dairy cattle. **Journal of Agricultural Science**, v.131, n.1, p.113-119. 1998.

ROSA, G. T.; PIRES, C. C.; SILVA, J. H. S.; ROSA, G. T.; PIRES, C. C.; SILVA, J. H. S.; MOTTA, O. S. Proporções e coeficientes de crescimento dos não-componentes da carcaça de cordeiros e cordeiras em diferentes métodos de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2290-2298, 2002.

SIGNORETTI, R. D.; ARAÚJO, G. G. L.; SILVA, J. F. C. *et al.* Características qualitativas das partes do corpo não-integrante da carcaça animal e desenvolvimento do trato gastrintestinal de bezerros da raça Holandesa alimentados com dietas contendo quatro níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.4, p.875-882, 1999.

SILVA, F. F.; VALADARES FILHO, S. C.; ÍTAVO, L. C. V.; VELOSO, C. M.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; CECON, P. R.; SILVA, P. A.; GALVÃO, R. M. Consumo, desempenho, características de carcaça e biometria do trato gastrintestinal e dos órgãos internos de novilhos Nelore recebendo dietas com diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1849-1864, 2002.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. **Sistema para Análises Estatísticas - SAEG**, Versão 9.1. Viçosa, MG, 2007.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Comstock Publishing Associates, 1994. 476p

VÉRAS, A. S.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C. *et al.* Efeito do nível de concentrado sobre o peso dos órgãos internos e do conteúdo gastrintestinal de bovinos nelore não-castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.1120-1126, 2001.

### EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ENERGIA E PROTEÍNA DE CORDEIROS SANTA INÊS CASTRADOS E NÃO CASTRADOS

**Francisco Wellington Rodrigues Lima<sup>1</sup>;**

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

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

**Samila Barbosa Lisboa<sup>2</sup>;**

Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, PI.

<http://lattes.cnpq.br/9197772691531276>

**Rildson Melo Fontenele<sup>3</sup>.**

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

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

**RESUMO:** O presente estudo foi realizado com objetivo de estimar as exigências nutricionais de energia e proteína para manutenção e ganho de peso de cordeiros castrados e não castrados. Utilizaram-se 38 cordeiros Santa Inês com peso corporal (PC) inicial de  $14,46 \pm 1,72$  kg e aproximadamente dois meses de idade. Quatro animais de cada classe sexual foram abatidos no início do experimento como grupo referência, para obter composição corporal e peso de corpo vazio inicial. Os animais remanescentes foram alocados em baias individuais em esquema fatorial com três níveis alimentares (*ad libitum*, 30 e 60% de restrição) e duas classes sexuais (machos castrados e não castrados), com cinco animais por tratamento. Restrição alimentar promoveu redução na concentração corporal de gordura e energia, enquanto concentração de proteína não foi influenciada. Exigência líquida de energia ( $EL_g$ ) e proteína ( $PL_g$ ) para ganho de peso não foram afetadas pela classe sexual.  $EL_g$  variou de 0,269 a 0,479 Mcal/dia e  $PL_g$  variou de 24,57 a 16,33 g/dia para cordeiros com PC de 15 e 30 kg e ganho médio diário (GMD) de 200 g. Eficiência de uso de energia metabolizável para ganho ( $k_g$ ) foi 0,37, e eficiência de uso da proteína metabolizável para ganho ( $k_{pg}$ ) foi 0,28. Exigência de energia líquida para manutenção ( $EL_m$ ) e de proteína líquida para manutenção ( $PL_m$ ) não diferiram entre classes sexuais, e foram estimadas em 57,5 kcal/kg  $PCJ^{0,75}$ /dia e 1,30 g/kg  $PCJ^{0,75}$ /dia. Eficiência de uso da energia metabolizável para manutenção ( $k_m$ ) e eficiência de uso da proteína metabolizável para manutenção ( $k_{pm}$ ) foram estimadas em 0,60 e 0,57. Apesar da composição corporal diferir entre animais castrados e não castrados, as exigências nutricionais de energia e proteína para manutenção e ganho de peso não foram afetadas pela classe sexual para cordeiros com até 30 kg de PC.

**PALAVRAS-CHAVE:** Composição corporal. Energia metabolizável. Exigências líquidas.



Produção de calor. Abate comparativo, ovinos.

## NUTRITIONAL ENERGY AND PROTEIN REQUIREMENTS OF SANTA INES LAMBS CASTRATED AND NON-CASTRATED

**ABSTRACT:** The present study was carried out with the objective of estimating the nutritional requirements of energy and protein for maintenance and weight gain of castrated and non-castrated lambs. Thirty-eight Santa Inês lambs with an initial body weight (BW) of  $14.46 \pm 1.72$  kg and approximately two months of age were used. Four animals of each sexual class were slaughtered at the beginning of the experiment as a reference group, to obtain body composition and initial empty body weight. The remaining animals were allocated to individual pens in a factorial scheme with three dietary levels (ad libitum, 30 and 60% restriction) and two sexual classes (castrated and uncastrated males), with five animals per treatment. Dietary restriction promoted a reduction in body fat and energy concentration, while protein concentration was not influenced. Net energy (NEg) and protein (NPg) requirements for weight gain were not affected by sex class. NEg ranged from 0.269 to 0.479 Mcal/day and NPg ranged from 24.57 to 16.33 g/day for lambs with BW of 15 and 30 kg and average daily gain (ADG) of 200 g. Efficiency of use of metabolizable energy for gain (kg) was 0.37, and efficiency of use of metabolizable protein for gain (kpg) was 0.28. Requirements for net energy for maintenance (NEm) and net protein for maintenance (NPM) did not differ between sex classes, and were estimated at  $57.5 \text{ kcal/kg FBW}^{0.75}/\text{day}$  and  $1.30 \text{ g/kg FBW}^{0.75}/\text{day}$ . Efficiency of use of metabolizable energy for maintenance (km) and efficiency of use of metabolizable protein for maintenance (kpm) were estimated at 0.60 and 0.57. Although body composition differs between castrated and non-castrated animals, nutritional energy and protein requirements for weight maintenance and gain were not affected by sex class for lambs weighing up to 30 kg BW.

**KEY-WORDS:** Body composition. Comparative slaughter. Heat production. Maintenance. Sheep metabolizable energy. Net requirements.

### INTRODUÇÃO

O sucesso na produção de pequenos ruminantes nos trópicos depende de fatores nutricionais, do potencial produtivo dos animais e sua adaptação ao ambiente. Nesse contexto, podemos citar como exemplo a expansão da raça Santa Inês no rebanho ovino nacional, fato devido a sua grande rusticidade, produtividade expressiva e adaptação às condições tropicais. Essa raça teve origem na região Nordeste do País, e é resultado do cruzamento entre as raças Bergamácia, Morada Nova, Somalis Brasileira e animais sem padrão racial definido (SPRD). Conhecer as exigências nutricionais desses animais, bem como a eficiência de uso dos nutrientes, possibilita adequar dietas que os permitam

expressar plenamente o seu potencial produtivo.

O avanço na nutrição de ovinos tem como necessidade básica a acurácia nas estimativas das exigências nutricionais. Dietas desbalanceadas podem comprometer o desempenho dos animais e a eficiência econômica do sistema produtivo, além de promover maior produção de resíduos, aumentando os impactos ambientais provenientes da produção pecuária.

As exigências nutricionais podem ser influenciadas por fatores como raça, classe sexual, idade, peso corporal, composição corporal, condições ambientais e fisiológicas (NRC, 2007; AFRC, 1993). Além disso, estudos com ovinos da raça Santa Inês no Brasil demonstraram que as exigências desses animais diferem das preconizadas pelos principais comitês internacionais (Gonzaga Neto *et al.*, 2005; Galvani *et al.*, 2008; Regadas Filho *et al.*, 2013), que são baseados em estudos realizados com diferentes grupos genéticos, submetidos a diferentes condições ambientais. Porém, as dietas para ovinos no Brasil ainda têm sido balanceadas seguindo as recomendações desses comitês, o que pode ocasionar excesso ou falta de nutrientes na dieta.

A classe sexual exerce influência sobre o crescimento dos tecidos corporais (Chizzotti *et al.*, 2007), dessa forma também pode influenciar as exigências nutricionais e eficiência de uso dos nutrientes para manutenção e ganho de peso. Poucas pesquisas sobre exigências nutricionais de ovinos Santa Inês têm sido realizadas no Brasil (Silva *et al.*, 2003; Regadas Filho *et al.*, 2013), e não avaliaram os efeitos da classe sexual sobre as exigências nutricionais. Estudos reportam maior síntese proteica e menor deposição de gordura em machos não castrados em relação com machos castrados (Vittori *et al.*, 2006), sendo esses efeitos atribuídos a maior produção de hormônios androgênicos nos animais não castrados, principalmente a testosterona.

Este estudo foi realizado com o objetivo de estimar as exigências de energia e proteína para manutenção e ganho de peso, assim como a eficiência de utilização desses nutrientes em cordeiros Santa Inês castrados e não castrados.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza. De acordo com o sistema de classificação de Köppen, esta região tem clima tropical úmido, com temperatura média de 26 °C e umidade relativa média de 78%. A região apresenta concentração do regime pluviométrico em um período de três a cinco meses no ano, com uma média de precipitação de 775 mm. Os cuidados com os animais atenderam as diretrizes do Comitê de Ética em Pesquisa Animal da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil (UFC). Os animais foram identificados, tratados contra endoparasitas (Ivomec, Merial, Duluth, GA) e alocados em baias individuais (2,0 m<sup>2</sup>) providas de bebedouros e comedouros.

Para realização do estudo de abate comparativo foram utilizados 38 cordeiros da raça Santa Inês obtidos de rebanho comercial no Ceará. Os cordeiros tinham peso corporal (PC) médio inicial de  $14,46 \pm 1,72$  kg e aproximadamente dois meses de idade. Dezenove cordeiros foram submetidos ao processo de castração, com uso de *burdizzo* e anestésicos, perfazendo 19 cordeiros castrados e 19 cordeiros não castrados.

Após 20 dias do processo de castração e adaptação às dietas, quatro animais de cada classe sexual foram aleatoriamente escolhidos e abatidos com o objetivo de determinar o peso de corpo vazio (PCVZ) e a composição corporal inicial (Tabela 1).

**Tabela 1:** Composição corporal, peso corporal e órgãos dos animais referência.

	Castrados		Não castrados	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Peso corporal inicial (kg)	15,75	3,02	13,33	2,49
Peso corporal ao jejum (kg)	14,37	1,81	12,12	1,50
Peso de corpo vazio (kg)	10,77	2,59	9,27	2,21
Água (%PCVZ)	70,15	2,10	69,09	1,11
Proteína (%PCVZ)	15,65	0,70	16,15	0,13
Gordura (%PCVZ)	7,73	1,28	7,88	1,12
Cinzas (%PCVZ)	6,35	0,50	6,38	0,23
Energia (Mcal/kg PCVZ)	1,61	0,15	1,65	0,10
Pele (%PCVZ)	9,18	0,31	9,16	0,75
Coração (%PCVZ)	0,68	0,08	0,75	0,08
Cabeça (%PCVZ)	7,09	0,48	6,93	0,53
Sistema Resp. (%PCVZ) <sup>a</sup>	3,36	0,32	3,47	0,20
Fígado (%PCVZ)	1,95	0,16	2,09	0,10
Rins (%PCVZ)	0,47	0,07	0,43	0,07
Gordura Visceral (%PCVZ) <sup>b</sup>	1,48	0,47	1,25	0,41
RURE (%PCVZ) <sup>c</sup>	3,40	0,32	3,38	0,32
Omaso (%PCVZ)	0,41	0,14	0,42	0,05
Abomaso (%PCVZ)	0,65	0,03	0,56	0,07
ID (%PCVZ) <sup>d</sup>	3,47	0,52	3,37	0,79
IG (%PCVZ) <sup>e</sup>	2,08	0,11	1,88	0,38

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

<sup>a</sup>Sistema Resp. = sistema respiratório; <sup>b</sup>Gordura visceral = gordura renal, mesentérica, omental e cardíaca;

<sup>c</sup>RURE = rúmen-retículo; <sup>d</sup>ID= intestino delgado; <sup>e</sup>IG = intestino grosso.

Os 30 animais remanescentes foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x2, sendo três níveis de alimentação (*ad libitum*, 30 e 60% de restrição) e duas classes sexuais (castrados e não castrados), com cinco animais por tratamento. A ração experimental (Tabela 2), composta de feno de capim Tifton 85 moído, milho grão moído, farelo de soja, cloreto de sódio, calcário, fosfato bicálcico e premix mineral, foi formulada conforme NRC (2007) para ganho de 200 g/dia.

**Tabela 2:** Proporção de ingredientes e composição química da ração experimental (g/kg MS).

Ingredientes, g/kg MS	Dieta Experimental
Feno de Tifton 85	607
Milho grão	197
Farelo de soja	188
Calcário calcítico	1,9
Fosfato bicálcico	4,1
Cloreto de sódio	0,7
Premix mineral <sup>a</sup>	0,3
Composição	
Matéria seca, g/kg	918
Proteína bruta, g/kg MS	178
Extrato etéreo, g/kg MS	25
Fibra em detergente neutro, g/kg MS	493
FDNcp <sup>b</sup> , g/kg MS	456
Fibra em detergente ácido, g/kg MS	234
Carboidratos totais, g/kg MS	741
Carboidratos não fibrosos, g/kg MS	284
Nutrientes digestíveis totais, g/kg MS	558

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

<sup>a</sup>Composição: Fe 16,500 ppm; Mn 9,750 ppm; Zn 35,000 ppm; I 1000 ppm; Se 225 ppm; Co 1000 ppm; <sup>b</sup>Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína.

As rações foram fornecidas duas vezes por dia (08:00 e 16:00 horas) e ajustadas e quantificadas diariamente para permitir, aproximadamente, 10% de sobras para os animais com consumo *ad libitum*. A restrição de 30 e 60% foi baseada no consumo dos animais *ad libitum* de cada classe sexual. A água foi fornecida *ad libitum* para todos os animais.

Para determinar a digestibilidade da dieta, utilizou-se a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como marcador interno para estimar a digestibilidade aparente dos nutrientes e a produção fecal (Casali *et al.*, 2008). As fezes foram coletadas durante três dias consecutivos em intervalos de 15 dias durante o período experimental: às 08:00 horas no primeiro dia, ao meio-dia no segundo dia e às 16:00 horas no terceiro dia. Foram realizadas seis coletas de fezes durante o período experimental. A quantificação do FDNi nas amostras fecais, sobras, concentrados e feno de capim Tifton 85 foram obtidos por meio dos resíduos da incubação *in situ* durante um período de 240 horas no rúmen de um bovino adulto, recebendo dieta composta por feno de capim Tifton 85 moído, milho grão moído, farelo de soja, cloreto de sódio, calcário, fosfato bicálcico e premix mineral. Após incubação, os sacos foram lavados em água corrente até ficarem claros. Em seguida foram submetidos ao protocolo de Van Soest *et al.* (1991), e o resíduo foi pesado e considerado como o FDNi.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados conforme Weiss (1999):

$$\text{NDT} = \text{PB}_d + \text{CNF}_d + \text{FDNcp}_d + (\text{EE}_d \times 2,25)$$

Onde:  $\text{PB}_d$  = proteína bruta digestível;  $\text{CNF}_d$  = carboidratos não fibrosos digestível;  $\text{FDNcp}_d$  = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína;  $\text{EE}_d$  = extrato etéreo digestível.

A energia digestível (ED) foi estimada em 4,409 Mcal/kg de nutrientes digestíveis totais (NDT), e convertida em energia metabolizável (EM) utilizando a eficiência de 82% (NRC, 1996).

A PDR foi calculada como proteína microbiana x 1,11 (NRC, 1996). A estimativa da produção de proteína microbiana foi realizada utilizando as eficiências de síntese microbiana ( $\text{PBmic}$ ) de 76,5; 67,1 e 57,8 g de  $\text{PBmic}/\text{kg}$  NDT para os tratamentos *ad libitum*, 30% e 60% de restrição, respectivamente, e multiplicando por 0,64 para conversão em proteína microbiana verdadeira digestível. O consumo de proteína metabolizável (PM) foi calculado como a soma da proteína microbiana verdadeira digestível e o consumo de proteína não degradável no rúmen (PNDR). O consumo de PNDR foi calculado como a diferença entre o consumo de proteína bruta (PB) e a proteína degradável no rúmen (PDR).

Todos os animais experimentais foram pesados semanalmente, e quando os animais alimentados *ad libitum* atingiram a média de 30 kg de PC, todos os animais experimentais foram abatidos. Usando esse critério, o período experimental durou 100 dias. Antes do abate, os animais foram submetidos a jejum de 18 horas para determinação do peso corporal ao jejum (PCJ). O abate foi realizado por atordoamento dos animais, causando uma concussão cerebral, seguido de secção da veia jugular. Após o abate, a carcaça e os componentes não carcaça (sangue, órgãos, cabeça, cascos, e trato gastrointestinal (TGI)) e a pele de cada animal foram separados e pesados individualmente. O TGI foi esvaziado e pesado novamente. O peso do corpo vazio (PCVZ) foi obtido como o PCJ subtraído do conteúdo do TGI, da vesícula biliar e da bexiga.

Em seguida, as carcaças foram refrigeradas em câmara frigorífica a 4 °C por 24 horas, e então pesadas e cortadas ao meio sobre a linha média dorsal com o auxílio de uma serra de fita. A meia carcaça direita, os componentes não carcaça e o couro de cada animal foram moídos separadamente em moedor industrial de carne, homogeneizados, amostrados e congelados.

Amostras do concentrado, ingredientes e sobras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada, durante 72 horas, em seguida foram moídas em moinho de facas com peneira de 1 mm (moinho tipo Wiley, Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA, EUA). As amostras foram analisadas para determinar os níveis de matéria seca (MS, método 967,03 - AOAC,

1990), cinzas (método 942,05 - AOAC, 1990), proteína bruta (PB, método 981,10 - AOAC, 1990), extrato etéreo (EE, método 920,29 - AOAC, 1990) e fibra em detergente ácido (FDA, método 913,18 - AOAC, 1990). A fibra em detergente neutro (FDN) foi determinada de acordo com Van Soest *et al.* (1991), e FDN corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) conforme Licitra *et al.* (1996). As amostras do corpo dos animais foram desengorduradas por extração com éter em aparelho Soxhlet (AOAC, 1990) durante 12 h, em seguida foram moídas em moinho de bola para subseqüentes análises químicas.

As amostras da carcaça, componentes não carcaça e pele foram submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada. Em seguida as amostras foram desengorduradas em aparelho Soxhlet, processadas em moinho de bola e armazenados em recipientes fechados. O teor de matéria seca foi determinado colocando-se as amostras em estufa de ventilação forçada a 105 °C até alcançar peso constante. O teor de cinzas e proteína bruta foram determinados conforme metodologia descrita anteriormente para as amostras de ingredientes e rações experimentais. O conteúdo corporal de gordura (CCG) e proteína (CCP) foram determinados de acordo com suas concentrações no corpo vazio, enquanto o conteúdo corporal de energia (CCE) foi obtido segundo a equação:

$$\text{CCE (Mcal)} = 5,6405 (\text{CCP, kg}) + 9,3929 (\text{CCG, kg}) \text{ (ARC, 1980)}.$$

O PCVZ inicial dos animais abatidos no final do período experimental foi estimado usando a relação entre PCVZ e PC dos animais referência. Foram obtidas equações de regressão do logaritmo do conteúdo corporal de gordura, proteína e energia em função do logaritmo do PCVZ, para estimar o conteúdo desses constituintes por quilograma de PCVZ (ARC, 1980):

$$\text{Log } y = a + b \text{ log } x$$

Onde: Log y = logaritmo do conteúdo do constituinte no corpo vazio (g); a = intercepto; b = coeficiente de regressão; log x = logaritmo do PCVZ (kg).

Para estimar as exigências líquidas de energia para ganho de peso ( $EL_g$ ), utilizou-se o modelo utilizado por Chizzotti *et al.* (2008):

$$EL_g \text{ (Mcal/dia)} = a \times \text{PCVZ}^{0,75} \times \text{GPCVZ}^b$$

Onde a e b são os coeficientes obtidos a partir da regressão não linear da energia retida (ER) em função do ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ).

A eficiência do uso da energia metabolizável para ganho ( $k_g$ ) foi considerada como a inclinação da regressão entre ER e consumo de energia metabolizável (CEM).

A exigência de proteína líquida para ganho ( $PL_g$ , g/dia) foi estimada de acordo com a equação:

$$PR = \beta_0 + \beta_1 \times GPCVZ + \beta_2 \times ER$$

Onde PR = proteína retida no GPCVZ (g/dia); GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia); ER = energia retida (Mcal/dia); e  $\beta_0$  e  $\beta_1$  = coeficientes da equação de regressão linear da PR em função do GPCVZ e ER.

A exigência de energia líquida de manutenção ( $EL_m$ ) foi estimada como o intercepto da regressão entre a produção de calor (PCI, Mcal/kg PCVZ<sup>0,75</sup>/dia) e consumo de energia metabolizável (CEM, Mcal/kg PCVZ<sup>0,75</sup>/dia), utilizando o modelo não linear exponencial:

$$PCI = a \times e^{(b \times CEM)}$$

Onde a = exigência de energia líquida de manutenção; b = coeficiente de regressão; e = número de Euler.

A PCI foi calculada como a diferença entre a CEM e ER. A  $EL_m$  (Mcal/kg PCVZ<sup>0,75</sup>/dia) foi convertida para Mcal/kg PCJ<sup>0,75</sup>/dia, utilizando o fator 1,18 gerada a partir da relação entre PCJ/PCVZ.

A exigência de energia metabolizável para manutenção ( $EM_m$ ) foi calculada pelo método iterativo, sendo considerada como o ponto onde o CEM é igual a PCI. A eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção ( $k_m$ ) foi calculada como  $EL_m/EM_m$  (Marcondes *et al.*, 2011a).

Para estimar a exigência líquida de proteína para manutenção ( $PL_m$ ), a proteína retida foi plotada em função do consumo de proteína metabolizável:

$$PR = \beta_0 + \beta_1 \times CPM$$

Em que PR = proteína retida (g/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia); CPM = consumo de proteína metabolizável (g/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia);  $\beta_0$  e  $\beta_1$  = coeficientes da equação.

A exigência de proteína líquida para manutenção ( $PL_m$ , g/kg PCVZ<sup>0,75</sup>) foi assumida como o módulo de  $\beta_0$ , e a eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho ( $k_{pg}$ ) foi estimada como o  $\beta_1$  (Marcondes *et al.*, 2011b). A  $PL_m$  (g/kg PCVZ<sup>0,75</sup>) foi convertida para g/kg PCJ<sup>0,75</sup>, utilizando o fator 1,18 gerada a partir da relação entre PCJ/PCVZ.

A exigência de proteína metabolizável para manutenção ( $PM_m$ , g/kg PCVZ<sup>0,75</sup>) foi estimada pela divisão do intercepto da equação de regressão entre o consumo de proteína metabolizável (CPM, g/dia) em função do ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ, g/dia) pelo PCVZ metabólico dos animais (Wilkerson *et al.*, 1993):

$$CPM = \beta_0 + \beta_1 \times GPCVZ$$

Onde CPM = consumo de proteína metabolizável (g/dia); GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia); e  $\beta_0$  e  $\beta_1$  = coeficientes da equação.

Os efeitos do nível de alimentação e da classe sexual sobre o consumo, desempenho e composição corporal foram avaliados através do procedimento GLM do SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC), com nível de significância igual a 0,05, de acordo com o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + S_i + R_j + (SR)_{ij} + e_{ij}$$

Onde  $\mu$  = média geral;  $S_i$  = efeito da classe sexual (castrados ou não castrados);  $R_j$  = efeito do nível de alimentação (*ad libitum*, 30 e 60% de restrição);  $(SR)_{ij}$  = interação do nível de alimentação e classe sexual e  $e_{ij}$  = erro aleatório.

O procedimento REG do SAS foi utilizado para regressões lineares. A identidade do modelo foi testada usando variáveis dummy como proposto por Regazzi e Silva (1996). O procedimento NLIN foi utilizado em regressões não lineares. Os coeficientes de regressão para as diferentes classes sexuais foram comparados utilizando intervalo de confiança de 0,95, calculado para as regressões não lineares, quando significativas.



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito da classe sexual ou interação da classe sexual com nível alimentar sobre o consumo de matéria seca (CMS). O ganho médio diário (GMD) e peso corporal final (PCF) foram afetados pelo nível alimentar, porém não sofreram efeitos da classe sexual ( $P>0,05$ ) (Tabela 3).

A dieta fornecida para os cordeiros alimentados *ad libitum* foi calculada para GMD de 200 g/dia, porém o GMD observado foi de apenas 155,2 g/dia (Tabela 3), valor aproximadamente 22% inferior. O menor GMD observado nos cordeiros pode ser devido ao menor potencial genético dos cordeiros Santa Inês para ganho de peso em relação a cordeiros de raças lanadas, para os quais as recomendações do NRC foram feitas. Outro fator que pode ter contribuído para a discrepância é a variabilidade que ocorre entre os animais da raça Santa Inês devido a cruzamentos intercorrentes nas diferentes regiões do País, sobretudo na região Nordeste.

A restrição alimentar promoveu menor GMD e PCF (Tabela 3), podendo-se atribuir esse efeito ao menor CMS, pois esse fator é determinante do ingresso de nutrientes necessários ao atendimento das exigências de manutenção e ganho de peso, mantendo alta correlação com a produção animal. Mesmo alimentados com aporte de nutrientes próximo a manutenção, os animais submetidos a 60% de restrição alimentar apresentaram GMD de 26,8 g.

**Tabela 3:** Peso corporal, consumo e retenção de energia em cordeiros Santa Inês castrados e não castrados.

	Alimentação (A) <sup>a</sup>			Classe sexual (CS)		EPM <sup>b</sup>	P-valor			
	AL	30%	60%	C	NC		A × CS	CS	A	
									Linear	Quadrático
Peso corporal inicial (kg)	14,3	14,4	14,5	14,4	14,5	0,49	0,988	0,923	0,767	0,988
Peso corporal final (kg)	30,1	23,9	17,3	23,3	24,2	0,42	0,557	0,066	<0,001	0,727
Peso corporal ao jejum (kg)	27,6	22,1	15,8	21,5	22,2	0,37	0,547	0,131	<0,001	0,437
Ganho médio diário (g/dia)	155,2	91,1	26,8	86,7	95,3	5,24	0,673	0,151	<0,001	0,985
Peso de corpo vazio (kg)	23,0	17,7	12,2	17,3	17,9	0,31	0,383	0,106	<0,001	0,755
CMS (kg/dia) <sup>c</sup>	0,811	0,578	0,330	0,571	0,575	0,02	0,726	0,836	<0,001	0,682
CMS (g/kg PCVZ <sup>0,75</sup> /dia) <sup>c</sup>	99,6	80,8	54,4	77,9	78,6	2,63	0,794	0,837	<0,001	0,235
CPB (g/kg PCVZ <sup>0,75</sup> /dia) <sup>d</sup>	19,5	14,2	9,6	14,4	14,5	0,35	0,955	0,810	<0,001	0,479
CEM (kcal/kg PCVZ <sup>0,75</sup> /dia) <sup>e</sup>	199,8	191,3	135,1	174,6	176,2	5,28	0,913	0,777	<0,001	0,001
PCI (kcal/kg PCVZ <sup>0,75</sup> /dia) <sup>f</sup>	161,0	166,8	126,7	150,0	152,9	5,44	0,996	0,636	<0,001	0,001
ER (kcal/kg PCVZ <sup>0,75</sup> /dia) <sup>g</sup>	38,8	24,5	8,4	24,5	23,3	1,27	0,379	0,398	<0,001	0,568

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

<sup>a</sup>Alimentação: AL = *ad libitum*; 30% = 30% de restrição alimentar; 60% = 60% de restrição alimentar; <sup>b</sup>EPM = Erro padrão da média; <sup>c</sup>CMS = Consumo de matéria seca; <sup>d</sup>CPB = Consumo de proteína bruta; <sup>e</sup>CEM = Consumo de energia metabolizável; <sup>f</sup>PCI = Produção de calor; <sup>g</sup>ER = Energia retida.

O consumo de energia metabolizável (CEM), produção de calor (PCI) e a energia retida (ER) não foram afetados pela classe sexual ( $P > 0,05$ ) (Tabela 3). O CEM e a ER diminuíram com o aumento da restrição alimentar, enquanto a PCI apresentou resposta quadrática. Segundo Domingue *et al.* (1991), ovinos são capazes de diferenciar alimentos com base em características como tamanho de partícula, cheiro, forma, textura e outras características sensoriais. Assim, os cordeiros alimentados *ad libitum* apresentaram maior seletividade, preferindo a porção concentrado da dieta, o que contribuiu para aumentar o CEM.

Os coeficientes obtidos a partir das regressões lineares entre peso de corpo vazio (PCVZ) e peso corporal (PC), e entre ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) e ganho de peso corporal (GPC) não diferiram entre as classes sexuais ( $P > 0,05$ ) dessa forma foram geradas equações para estimar o PCVZ e GPCVZ para cordeiros castrados e não castrados em conjunto:

$$\text{PCVZ (kg)} = -1,0887 + 0,9575 * \text{PC} \quad (R^2 = 0,98; \text{RMSE} = 0,228).$$

$$\text{GPCVZ (kg/dia)} = -0,0014 + 0,8199 * \text{GPC} \quad (R^2 = 0,98; \text{RMSE} = 0,007).$$

O nível alimentar influenciou a composição corporal (Tabela 4), promovendo redução ( $P < 0,05$ ) no conteúdo corporal de gordura e, conseqüentemente, redução na concentração energética, quando os animais foram submetidos a 30 e 60% de restrição alimentar. Esse comportamento pode ser atribuído ao fato de os animais em restrição alimentar direcionam a maior parte da energia e nutrientes ingeridos para suprir as exigências de manutenção, resultando em menor aporte de nutrientes direcionados para ganho de peso e acúmulo de gordura. O conteúdo corporal de proteína não foi influenciado ( $P < 0,05$ ) pelo nível alimentar ou classe sexual (Tabela 4), confirmando a teoria da baixa variabilidade deste nutriente no corpo do animal (NRC, 2007). A composição corporal apresenta alteração durante o crescimento devido a mudanças nas taxas de crescimento dos diferentes tecidos corporais, além disso a composição corporal é influenciada por fatores como raça, dieta, idade e classe sexual (NRC, 2007; CSIRO, 2007).

**Tabela 4:** Composição corporal e peso proporcional de órgãos em cordeiros Santa Inês castrados e não castrados.

	Alimentação <sup>a</sup> (A)			Classe sexual (CS)		EPM <sup>b</sup>	P-valor			
							A			
	AL	30%	60%	C	NC		A×CS	CS	Linear	Quadrático
Água (%PCVZ)	63,7	65,2	67,5	64,7	66,2	0,439	0,021	0,007	< 0,001	0,470
Proteína (%PCVZ)	14,6	14,7	14,4	14,3	14,8	0,399	0,763	0,257	0,696	0,753
Gordura (%PCVZ)	15,3	13,6	11,4	14,3	12,6	0,597	0,014	0,086	< 0,001	0,756
Cinzas (%PCVZ)	5,6	5,7	5,9	5,8	5,7	0,131	0,027	0,315	0,091	0,517
Energia (Mcal/kg PCVZ)	2,26	2,11	1,88	2,15	2,02	0,51	0,103	0,024	< 0,001	0,605
<b>Órgãos</b>										
Pele (%PCVZ)	9,16	9,45	9,02	9,13	9,28	0,317	0,314	0,675	0,764	0,340
Coração (%PCVZ)	0,59	0,60	0,68	0,63	0,62	0,024	0,615	0,687	0,018	0,149
Cabeça (%PCVZ)	5,05	5,78	7,25	6,06	5,98	0,118	0,105	0,532	< 0,001	0,013
Sistema Resp. (%PCVZ) <sup>c</sup>	3,17	3,38	3,35	3,33	3,28	0,292	0,268	0,431	0,350	0,491
Fígado (%PCVZ)	1,94	1,62	1,64	1,74	1,73	0,042	0,874	0,838	< 0,001	0,002
Rins (%PCVZ)	0,39	0,39	0,42	0,40	0,40	0,011	0,672	0,308	0,161	0,259
Gordura Visceral (%PCVZ) <sup>d</sup>	3,78	2,73	2,17	3,22	2,57	0,269	0,075	0,041	< 0,001	0,440
RURE (%PCVZ) <sup>e</sup>	2,68	2,98	2,99	2,93	2,83	0,101	0,247	0,339	0,038	0,229
Omaso (%PCVZ)	0,30	0,38	0,38	0,34	0,36	0,012	0,354	0,122	< 0,001	0,101
Abomaso (%PCVZ)	0,43	0,88	0,58	0,48	0,78	0,272	0,440	0,333	0,690	0,256
ID (%PCVZ) <sup>f</sup>	2,41	2,38	2,73	2,61	2,40	0,219	0,425	0,379	0,310	0,466
IG (%PCVZ) <sup>g</sup>	1,60	1,54	1,91	1,62	1,75	0,071	0,852	0,106	0,003	0,149

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

<sup>a</sup>Alimentação: AL = *ad libitum*; 30% = 30% de restrição alimentar; 60% = 60% de restrição alimentar;

<sup>b</sup>EPM = Erro padrão da média; <sup>c</sup>Sistema Resp. = sistema respiratório; <sup>d</sup>Gordura visceral = gordura renal, mesentérica, omental e cardíaca; <sup>e</sup>RURE = rúmen-retículo; <sup>f</sup>ID = intestino delgado; <sup>g</sup>IG = intestino grosso.

Os animais submetidos à restrição alimentar apresentaram aumento do peso proporcional do coração, cabeça, rúmen-retículo, omaso e intestino grosso ( $P < 0,05$ ) e redução do peso proporcional do fígado e gordura visceral ( $P < 0,05$ ). Não foi observado efeito da classe sexual sobre o peso proporcional dos órgãos e vísceras ( $P > 0,05$ ). Porém, os animais castrados apresentaram maior peso de gordura visceral (Tabela 4).

Os órgãos apresentam grande exigência de energia e nutrientes para o desenvolvimento de suas funções fisiológicas. Os órgãos com maior atividade metabólica e que representam o maior gasto energético para manutenção são o fígado, o coração e o trato gastrointestinal (Baldwin *et al.*, 1980). A redução do peso relativo do fígado em função da restrição alimentar está relacionada à menor ingestão de nutrientes, especialmente energia

e proteína, uma vez esse órgão participa ativamente do metabolismo desses nutrientes (Ferrell *et al.*, 1976).

As equações alométricas propostas pelo ARC (1980) permitem realizar a predição do conteúdo de nutrientes por kg de corpo vazio, dessa forma possibilita a avaliação da variação da composição corporal em função da variação do peso corporal. O modelo alométrico ( $y = ax^b$ ) é o que melhor descreve o crescimento, e permite uma descrição quantitativa da relação parte/todo, reduzindo todas as informações para um único valor (Berg e Butterfield, 1976). O teste de identidade indicou efeito da classe sexual nas equações para estimar o conteúdo corporal de gordura (CCG) (RMSE = 0,926; P = 0,019) e conteúdo corporal de energia (CCE) (RMSE = 0,970; P = 0,024) em função do PCVZ. Por outro lado, não houve efeito da classe sexual sobre a equação gerada para estimar o conteúdo corporal de proteína (CCP) em função do PCVZ:

Log CCG para cordeiros castrados:  $1,344 (0,165) + 1,655 (0,136) * \log \text{PCVZ}$ .

Log CCG para cordeiros não castrados:  $1,793 (0,119) + 1,244 (0,096) * \log \text{PCVZ}$ .

Log CCE para cordeiros castrados:  $0,081 (0,056) + 1,179 (0,045) * \log \text{PCVZ}$ .

Log CCE para cordeiros não castrados:  $-0,152 (0,098) + 1,394 (0,080) * \log \text{PCVZ}$ .

Log CCP para cordeiros castrados e não castrados:  $2,116 (0,065) + 1,037 (0,053) * \log \text{PCVZ}$ .

O conteúdo corporal de gordura, energia e proteína aumentaram em função do aumento do peso corporal. O conteúdo corporal de gordura e energia foram maiores em animais castrados (Tabela 5).

**Tabela 5:** Estimativa do conteúdo de gordura, energia e proteína no corpo vazio de ovinos Santa Inês castrados e não castrados em diferentes intervalos de peso corporal.

Classe Sexual	PC <sup>a</sup> (kg)	PCVZ <sup>b</sup> (kg)	Gordura (g/kg PCVZ)	Energia (Mcal/kg PCVZ)	Proteína (g/kg PCVZ)
Castrado	15	10,34	102,16	1,77	142,79
Não Castrado			110,00	1,84	
Castrado	20	14,49	127,45	2,02	144,61
Não Castrado			119,48	1,95	
Castrado	25	18,64	150,33	2,23	145,99
Não Castrado			127,08	2,04	
Castrado	30	22,79	171,49	2,41	147,09
Não Castrado			133,49	2,11	

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

<sup>a</sup>PC= Peso corporal; <sup>b</sup>PCVZ = Peso de corpo vazio.

O menor conteúdo corporal de gordura em cordeiros não castrados está associado à ação de hormônios andrógenos, que são esteroides com ação anabólica que promovem maior deposição muscular e menor deposição de gordura (Guiroy *et al.*, 2002), promovendo menor conteúdo corporal de energia. O aumento do conteúdo corporal de proteína está relacionado com a deposição de tecido muscular durante o ganho de peso, indicando que os cordeiros ainda não tinham cessado o crescimento. No entanto, a deposição de proteína aumentou apenas 0,7% quando os animais passaram de 25 para 30 kg de PC.

A exigência de energia para ganho de peso está diretamente relacionada com a composição do ganho e é maior à medida que aumenta o conteúdo energético depositado no ganho (NRC, 2007). Embora os cordeiros castrados tenham apresentado conteúdo corporal de gordura mais elevado, não houve diferença na exigência de energia para ganho de peso entre cordeiros castrados e não castrados, assim foi gerada uma equação única para estimar a EL<sub>g</sub> em cordeiros Santa Inês castrados e não castrados:

$$ER \text{ (Mcal/dia)} = 0,203 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{0,8154}$$

A EL<sub>g</sub> obtida para cordeiros Santa Inês castrados e não castrados em função do PC e ganho médio diário está apresentada na Tabela 6.

**Tabela 6:** Exigência líquida de energia e proteína para ganho de peso corporal de ovinos Santa Inês castrados e não castrados.

PC <sup>a</sup> (kg)	PCVZ <sup>b</sup> (kg)	Ganho médio diário (g/dia)			
		100	150	200	250
Energia (Mcal/dia)					
15	10,34	0,152	0,213	0,269	0,324
20	14,49	0,194	0,272	0,344	0,413
25	18,64	0,233	0,326	0,414	0,497
30	22,79	0,271	0,379	0,479	0,576
Proteína (g/dia)					
15	10,34	10,39	17,41	24,57	31,84
20	14,49	8,73	15,10	21,64	28,32
25	18,64	7,20	12,94	18,92	25,05
30	22,79	5,74	10,91	16,33	21,94

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

<sup>a</sup>PC = Peso corporal; <sup>b</sup>PCVZ = Peso de corpo vazio.

A EL<sub>g</sub> estimada para os cordeiros castrados e não castrados foi de 0,344 Mcal/dia, considerando animais com 20 kg de PC e 200 g GMD (Tabela 6), valor inferior ao preconizado pelo NRC (2007), que reporta EL<sub>g</sub> de 0,420 Mcal/dia para cordeiros com 20 e

30 kg de PC e GMD de 200 g. Porém, quando comparamos animais com 30 kg de PC, a  $EL_g$  estimada no presente estudo é 0,479 Mcal/dia, valor superior ao do NRC (2007), indicando que ovinos Santa Inês apresentam deposição de gordura precoce quando comparado com genótipos oriundos de clima temperado.

A eficiência do uso da energia metabolizável para ganho ( $k_g$ ) foi considerada como a inclinação da regressão entre a energia retida (ER) e consumo de energia metabolizável (CEM), e resultou em 0,37:

$$RE = -0,1669 (0,0351) + 0,3648 (0,0481) * CEM (R^2 = 0,69; RMSE = 0,030).$$

A  $k_g$  pode variar em função da composição da dieta, composição do ganho de peso, grupo genético, taxa de ganho, estágio fisiológico e fatores ambientais (Garrett, 1980). A  $k_g$  decresce com o avanço da maturidade e aumento do conteúdo corporal de gordura (Ferrell e Jenkins, 1998; NRC, 2007). A deposição de gordura é mais energeticamente eficiente do que a de proteína, devido ao maior gasto energético com taxa de renovação da proteína corporal (Sanz Sampelayo *et al.*, 1995). No entanto, como a concentração de água é maior nos tecidos proteicos, a conversão da energia metabolizável em ganho de tecido muscular é mais eficiente. Dessa forma, animais com deposição precoce de gordura tendem a apresentar menor  $k_g$ .

A exigência de proteína líquida para ganho de peso ( $PL_g$ ) não diferiu entre as classes sexuais, assim foi gerada uma equação única para estimar a  $PL_g$  em cordeiros Santa Inês castrados e não castrados:

$$PL_g \text{ (g/dia)} = -2,1125 + 229,170 \times GPCVZ - 39,2011 \times ER.$$

A  $PL_g$  é dependente do teor de matéria seca livre de gordura depositada no ganho de peso, e varia em função do peso corporal, taxa de ganho de peso, classe sexual, fatores genéticos e nutricionais (NRC, 2007; AFRC, 1993). Ovinos machos não castrados apresentam maior deposição de tecido magro no ganho de peso em comparação com machos castrados (Sales, 2014), e por isso, maior exigência de proteína para ganho. Esse efeito é decorrente da maior ação da testosterona em machos não castrados, que promove maior crescimento do tecido muscular e menor degradação de proteína por unidade de massa muscular. No entanto, neste estudo não houve diferença na composição corporal de proteína entre cordeiros castrados e não castrados, provavelmente devido ao abate precoce dos animais, o que resultou em falta de efeito da classe sexual nas exigências de proteína para ganho. Em estudo recente com ovinos deslançados de raça não definida com até 30 kg PC, Rodrigues *et al.* (2015) também não encontraram efeito de classe sexual

sobre a  $PL_g$ .

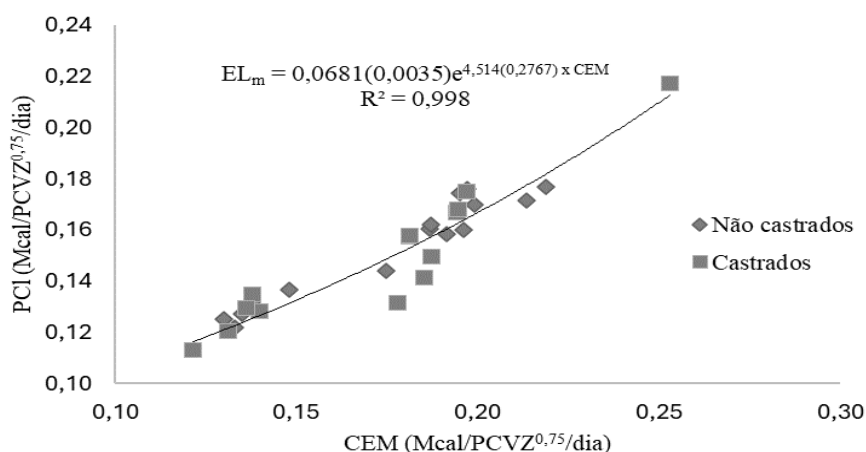
A  $PL_g$  estimada neste estudo apresentou redução com o aumento do PC, fato devido a redução da taxa de crescimento muscular e aumento no desenvolvimento do tecido adiposo que ocorre quando o animal se aproxima do seu peso adulto, resultando em redução da exigência de proteína para ganho de peso. A  $PL_g$  foi inferior à preconizada pelo NRC (2007) e AFRC (1993). Essa diferença pode ser atribuída a fatores genéticos, pois esses comitês são baseados em estudos com ovinos lanados, que apresentam maior peso à maturidade quando comparados com ovinos deslanados (Regadas Filho *et al.*, 2011).

A  $k_{pg}$  estimada neste estudo foi 0,28, valor inferior a 0,59 preconizado pelo AFRC (1993) e 0,70 pelo NRC (2007) e CSIRO (2007). A eficiência de uso da proteína metabolizável para ganho ( $k_{pg}$ ) é influenciada por fatores fisiológicos, relacionados ao animal, bem como fatores dietéticos. A  $k_{pg}$  é baseada no valor biológico da proteína e na eficiência de uso de uma “mistura ideal” de aminoácidos, e por isso, fortemente influenciado pela qualidade da fonte de proteína não-degradada no rúmen e pelo valor biológico da proteína microbiana (Oldham, 1987).

A exigência de energia líquida para manutenção ( $EL_m$ ) não diferiu entre as classes sexuais, dessa forma foi gerada uma equação para obtenção da  $EL_m$  para ovinos Santa Inês Castrados e não castrados:

$EL_m$  (Mcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia) = 0,0681 (0,0035) e<sup>4,515(0,2767) x CEM</sup>, (RMSE = 0,007; R<sup>2</sup> = 0,998) (Figura 1).

**Figura 1:** Relação entre consumo de energia metabolizável (CEM) e produção de calor (PCI) em ovinos Santa Inês castrados e não castrados.



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

A partir desta equação a  $EL_m$  foi estimada em 68,1 kcal/kg  $PCVZ^{0,75}/dia$ , que corresponde a 57,5 Kcal/kg  $PCJ^{0,75}/dia$ . A exigência de energia metabolizável para manutenção ( $EM_m$ ), calculada pelo método iterativo, foi 96,1 kcal/kg  $PCJ^{0,75}/dia$ , e a eficiência da energia metabolizável para manutenção ( $k_m$ ) foi estimada em 0,60.

A  $EL_m$  corresponde ao calor produzido pelo animal em jejum, ou seja, sem nenhum suporte alimentar para atendimento de qualquer outra necessidade energética, fazendo com que a produção de calor pelo animal nesse instante represente a quantidade de energia dispensada para as atividades estritamente basais, como respiração, circulação, homeotermia e funcionamento dos órgãos e sistemas enzimáticos (Valadares Filho *et al.*, 2010). A  $EL_m$  obtida neste estudo foi semelhante à taxa metabólica basal relatada por Poczopko (1971), 69 kcal/ $PCVZ^{0,75}/dia$ , para mamíferos homeotérmicos adultos, indicando que os métodos de estimação foram consistentes.

O NRC (2000) estima  $EL_m$  15% superior para machos não castrados em comparação com machos castrados e fêmeas. O comitê atribui essa diferença ao maior conteúdo corporal de proteína em machos não castrados, uma vez que este constituinte é metabolicamente mais ativo e exige maior aporte de energia para sua manutenção. Segundo Baldwin *et al.* (1980), aproximadamente 50% das exigências de energia para a manutenção são utilizadas na reciclagem da proteína e no transporte de íons através das membranas. A falta de efeito da classe sexual verificada neste estudo pode ser atribuída ao fato dos animais ainda estarem em crescimento, de modo que o efeito dos hormônios esteroides naturais não resultaram em diferenças na  $EL_m$ .

Para estimar a  $EL_m$ , o NRC (2007) adota o método do abate comparativo (Lofgreen e Garrett, 1968) e relata valor de 61,8 kcal/kg  $PCJ^{0,75}/dia$ , valor 7,5% superior ao estimado no presente estudo. Por outro lado, o AFRC (1993) e CSIRO (2007) utilizam o método calorimétrico, em que o calor produzido pelo animal é medido em câmaras ou estimado através do quociente respiratório, e recomenda  $EL_m$  de 64,9 e 65,9 kcal/kg  $PCJ^{0,75}/dia$ , respectivamente. Essas diferenças podem ser atribuídas às diferenças entre genótipo, metodologias utilizadas e natureza dos dados experimentais (Cannas *et al.*, 2004).

No Brasil, a maior parte dos estudos adota a metodologia do abate comparativo para estimar as exigências energéticas em ovinos. Nesse método, o consumo de energia metabolizável e a energia retida são medidos diretamente, enquanto a produção de calor é obtida por diferença. No método calorimétrico o consumo de energia metabolizável e a produção de calor são medidos diretamente, e a energia retida é obtida por diferença. O método de abate comparativo tem a vantagem de ser conduzido em condições semelhantes às dos sistemas de produção.

Para estimar a exigência líquida de proteína para manutenção ( $PL_m$ ), a proteína retida foi plotada em função do consumo de proteína metabolizável:



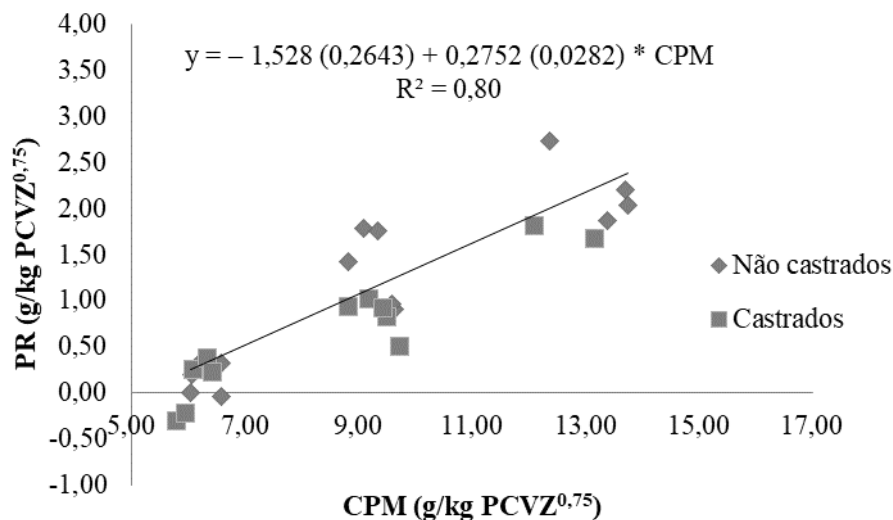
$$PR = \beta_0 + \beta_1 \times CPM$$

Em que, PR = proteína retida (g/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia); CPM = consumo de proteína metabolizável (g/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia);  $\beta_0$  e  $\beta_1$  = coeficientes da equação.

A exigência de proteína líquida para manutenção ( $PL_m$ , g/kg PCVZ<sup>0,75</sup>) foi assumida como o módulo de  $\beta_0$  obtido na equação de regressão entre a proteína retida em função do consumo de proteína metabolizável. Não houve efeito de classe sexual sobre as exigências de proteína líquida para manutenção ( $PL_m$ ), assim foi gerada uma equação para cordeiros Santa Inês castrados e não castrados:

$$PR = -1,528 (0,2643) + 0,2752 (0,0282) * CPM \text{ (RMSE} = 0,06; R^2 = 0,80 \text{) (Figura 2).}$$

**Figura 2:** Relação entre consumo de proteína metabolizável (CPM) e proteína retida (PR) em ovinos Santa Inês castrados e não castrados.



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

Dessa forma a  $PL_m$  foi estimada em 1,53 g/kg PCVZ<sup>0,75</sup>/dia, que corresponde a 1,30 g/kg PCJ<sup>0,75</sup>/dia. A relação entre o consumo de proteína metabolizável (CPM) e o ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) foi representada pela equação:

$$CPM = 19,148 + 698,97 \times GPCVZ \text{ (RMSE} = 0,001; R^2 = 0,942 \text{).}$$

A exigência de proteína metabolizável para manutenção ( $PM_m$ ) foi estimada em 2,28 g/kg PCJ<sup>0,75</sup>/dia, e a eficiência de uso da proteína metabolizável para manutenção ( $k_{pm}$ ) em 0,57.

A exigência de proteína metabolizável para manutenção corresponde às perdas metabólicas fecais e urinárias, além das perdas de proteína por descamação. Variações na exigência de proteína para manutenção podem estar relacionadas com características genéticas, composição corporal, classe sexual, estágio fisiológico, fatores ambientais e diferenças nas metodologias utilizadas para a estimativa (Galvani *et al.*, 2009; Costa *et al.*, 2013).

A  $PL_m$  estimada neste estudo foi menor que o valor preconizado pelo ARC (1980); AFRC (1992); e CSIRO (2007), que preconizam  $PL_m$  de 1,98; 2,18 e 2,39 g/kg PCJ<sup>0,75</sup>/dia, respectivamente. Segundo Attaix *et al.* (2005) a redução no consumo de alimento pode resultar na diminuição da taxa de degradação proteica em alguns tecidos, o que pode ter colaborado para a menor exigência de  $PL_m$  estimada neste estudo, uma vez que os animais foram submetidos a restrição alimentar. O AFRC (1993) estima a  $PL_m$  através de dietas isentas de nitrogênio (N) e infusão de N intragástrico, o que pode superestimar a excreção desse elemento (CSIRO, 2007). Por outro lado, o NRC (2007) e CNCPS-S (Cannas *et al.*, 2004) utilizam equações empíricas para estimar o N excretado nas fezes, urina e retidos no pelo, onde a soma desses correspondem a  $PL_m$ . A metodologia utilizada neste estudo não leva em conta as perdas de N através do pelo e descamação cutânea, assim a  $PL_m$  estimada por esse método pode ser menor do que a recomendada pelos comitês internacionais (Chizzotti *et al.*, 2007).

O valor de  $k_{pm}$  preconizado pelos comitês internacionais varia amplamente. O NRC (2007) e o CSIRO (1990) preconizam  $k_{pm}$  de 0,67, valor 11% superior ao estimado neste estudo. Por sua vez, a versão mais recente do CSIRO (2007) preconiza  $k_{pm}$  de 0,70, enquanto o AFRC (1993) utiliza valor 1,0. Contribui para essa variação as diferenças nas metodologias adotadas, bem como as características genéticas das raças utilizadas nos estudos.

## CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo indicaram que, apesar da composição corporal diferir entre ovinos Santa Inês castrados e não castrados, as exigências nutricionais de energia e proteína para manutenção e ganho de peso não foram afetadas pela classe sexual para cordeiros com até 30 kg de PC. Além disso, o presente estudo enfatiza a importância de atualizar as tabelas de exigências nutricionais dos comitês internacionais, com a inclusão de dados obtidos em estudos com raças ovinas criadas em condições tropicais, com o objetivo de melhorar a eficiência produtiva dos animais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: CAB International, 1993.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. **The Nutrient Requirements of Ruminant livestock**. CABI International, Slough, UK, 1980.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis of AOAC international**. 14.ed. Washington, DC, 1990.
- ATTAIX, D.; RÉMOND, D.; SAVARY-AUZÉLOUX, I. C. Protein metabolism and turnover. In: DIJKSTRA, J.; FORBES, J. M.; FRANCE, J. (Eds.). **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. 2.ed. Wallingford: CAB International, 2005. P. 373-397.
- BALDWIN, R. L.; SMITH, N. E.; TAYLOR, J.; SHARP, M. Manipulating metabolic parameters to improve growth rate and milk secretion. **Journal of Animal Science**, v. 51, p. 1416–1428, 1980.
- BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth**. 1.ed. Sydney: Sydney University Press, 1976. 240p.
- 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, p. 149-169, 2004.
- CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUES, L. T.; FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 335-342, 2008.
- CHIZZOTTI, M. L.; VALADARES FILHO, S. C.; TEDESCHI, L. O.; CHIZZOTTI, F. H. M.; CARSTENS, G. E. Energy and protein requirements for growth and maintenance of F1 Nellore x Red Angus bulls, steers, and heifers. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 1971-1981, 2007.
- 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, p. 1588-1597, 2008.
- COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION – CSIRO. **Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants**. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia, 2007.
- 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**, v. 114, p. 206-213, 2013.

- DOMINGUE, B. M.; DELLOW, D. W.; BARRY, T. N. The efficiency of chewing during eating and ruminating in goats and sheep. **British Journal of Nutrition**, v. 65, p. 355–363. 1991.
- FERRELL, C. L.; GARRETT, W. N.; HINMAN, N. GRICHTING, G. Energy utilization by pregnant heifers. **Journal of Animal Science**, v. 42, p. 937-950, 1976.
- 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.; WOMMER, T. P. Energy requirements of Texel crossbred lambs. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 3480-3490, 2008.
- GALVANI, D. B.; PIRES, C. C.; KOZLOSKI, G. V.; SANCHEZ, L. M. B. Protein requirements of Texel crossbred lambs. **Small Ruminant Research**, v. 81, p. 55-62, 2009.
- GARRETT, W. N. Factors influencing energetic efficiency of beef production. **Journal of Animal Science**, v. 51, p. 1434-1440, 1980.
- GONZAGANETO, S.; SILVA SOBRINHO, A. G.; RESENDE, K. T.; ZEOLA, N. M. B. L.; SILVA, A. M. A.; MARQUES, C. A. T.; LEÃO, A. G. Composição corporal e exigências nutricionais de proteína e energia para cordeiros Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 2446-2456, 2005.
- GUIROY, P. J.; TEDESCHI, L. O.; FOX, D. G.; HUTCHESON, J. P. The effects of implant strategy on finished body weight of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 1791-1800, 2002.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, p. 347–358, 1996.
- LOFGREEN, G. P.; GARRETT, W. N. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 27, p. 793–806, 1968.
- MARCONDES, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, I. M., PAULINO, M. F.; PAULINO, P. V. R.; DETMANN, E.; SILVA, L. F. C. Exigências de energia de animais Nelore puros e mestiços com as raças Angus e Simental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.872-881, 2011<sup>a</sup>.
- MARCONDES, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, I. M.; VALADARE, R. F. D.; PAULINO, M. F.; PRADOS L. F. Exigências de proteína de animais Nelore puros e cruzados com as raças Angus e Simental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 10, p. 2235-2243, 2011<sup>b</sup>.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7<sup>th</sup> edn. National Academy Press, Washington, DC, USA, 1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids**. National Academy Press, Washington, DC, 2007.

OLDHAM, J. D. **Efficiencies of amino acid utilization**. In Feed evaluation and protein requirement systems for ruminants (ed. JARRIGE, R. and ALDERMAN, G.), CEC, Luxemborg. 1987, pp. 171-186.

PEREIRA, E. S.; FONTENELE, R. M.; MEDEIROS, A. N.; LOPES, R. O.; CAMPOS, A. C. N.; HEINZEN, E. L.; BEZERRA, L. R. Requirements of protein for maintenance and growth in ram hair lambs. **Tropical Animal Health and Production**, v. 49, p. 1323-1327, 2016.

POCZOPKO, P. Metabolic levels in adult homeotherms. **Acta Theriologica**, v. 16, p. 1-21, 1971.

REGADAS FILHO, J. G. L.; PEREIRA, E. S.; VILLARROEL, A. B. S.; PIMENTEL, P. G.; MEDEIROS, A. N.; FONTENELE, R. M.; MAIA, I. S. G. Composição corporal e exigências líquidas proteicas de ovinos Santa Inês em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 1339-1346, 2011.

REGADAS FILHO, J. G. L.; PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, A. B. S.; MEDEIROS, A. N.; FONTENELE, R. M. Body composition and net energy requirements for Santa Ines lambs. **Small Ruminant Research**, v. 109, p. 107-112, 2013.

REGAZZI, A. J.; SILVA, C. H. O. Teste para verificar a identidade de modelos de regressão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, p. 1-17, 1996.

RODRIGUES, R. T. S.; SILVA, I. F.; QUEIROZ, M. A. A.; 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 Production**, v. 47, p. 1-8, 2015.

SALES, J. Quantification of the effects of castration on carcass and meat quality of sheep by meta-analysis. **Meat Science**, v. 98, p. 858–868, 2014.

SANZ SAMPELAYO, M. R.; LARA, L.; EXTREMERA, F. G. Energy utilization for maintenance and growth in preruminant kid goats and lambs. **Small Ruminant Research**, v. 17, p. 25-30, 1995.

SILVA, A. M. A.; SILVA SOBRINHO, A. G.; TRINDADE, I. A. C. M.; RESENDE, K. T.; BAKKE, O. A. Net requirements of protein and energy for maintenance of wool and hair lambs in a tropical region. **Small Ruminant Research**, v. 49, p. 165-171, 2003.

VALADARES FILHO, S. C.; MARCONDES, M. I.; PAULINO, P. V. R. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR CORTE**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2010. 193p.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nostarch polyssacharides in relation to animal nutrition. **Journal of**

**Dairy Science**, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

VITTORI, A.; QUEIROZ, A. C.; RESENDE, F. D.; GESUALDI JÚNIOR, A.; ALLEONI, G. F.; RAZOOK, A. G.; FIGUEIREDO, L. A.; GESUALDI, A. C. L. S. Características de carcaça de bovinos de diferentes grupos genéticos, castrados e não castrados, em fase de terminação.

**Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, p. 2085-2092, 2006.

WEISS, W. P. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. P. 176-185 in Proc. Of Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers, Cornell University, Ithaca, USA, 1999.

WILKERSON, V. A.; KLOPFENSTEIN, T. J.; BRITTON, R. A.; STOCK, R. A.; MILLER, P. S. Metabolizable protein and amino acid requirements of growing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 2777-2784, 1993.

### AVALIAÇÃO DO MODELO *SMALL RUMINANT NUTRITION SYSTEM* E DA PREDIÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL DE CORDEIROS SANTA INÊS

**Francisco Wellington Rodrigues Lima<sup>1</sup>;**

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

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

**Samila Barbosa Lisboa<sup>2</sup>;**

Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, PI.

<http://lattes.cnpq.br/9197772691531276>

**Rildson Melo Fontenele<sup>3</sup>.**

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

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

**RESUMO:** Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a adequabilidade do modelo nutricional *Small Ruminant Nutrition System* (SRNS) para estimar o consumo de matéria seca (CMS) e ganho médio diário (GMD), e realizar a predição da composição química corporal de cordeiros da raça Santa Inês castrados e não castrados usando a composição da seção entre a 9-11<sup>a</sup> costela (seção HH). Foram utilizados 38 cordeiros Santa Inês com peso corporal (PC) inicial de  $14,46 \pm 1,72$  kg e aproximadamente dois meses de idade. Quatro animais de cada classe sexual foram abatidos no início do experimento como grupo referência, para obter a composição corporal e peso de corpo vazio inicial. Os animais remanescentes foram alocados em baias individuais em esquema fatorial com três níveis alimentares (*ad libitum*, 30 e 60% de restrição) e duas classes sexuais (machos castrados e não castrados), com cinco animais por tratamento. Os animais foram pesados semanalmente para monitoramento do ganho de peso e quando os animais alimentados *ad libitum* atingiram 30 kg de PC, todos os animais experimentais foram abatidos. A predição da composição química da carcaça e do corpo vazio por meio da seção HH foi avaliada quanto a sua precisão e sua acurácia. O modelo SRNS estimou precisamente o CMS e GMD em cordeiros Santa Inês. O conteúdo de água, gordura e energia na carcaça e corpo vazio foram satisfatoriamente estimados pela seção HH, porém não houve precisão na estimativa do conteúdo de proteína e cinzas. A utilização de regressões *stepwise* promoveu aumento nos coeficientes de determinação das equações para estimar o conteúdo corporal de água, gordura, proteína e energia, porém não considerou alteração na equação para predizer o conteúdo de cinzas. Mais estudos são necessários para a validação dessa metodologia em ovinos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cordeiros. Costela. Extrato etéreo. Proteína. Energia.

## EVALUATION OF SMALL RUMINANT NUTRITION SYSTEM MODEL AND PREDICTION OF BODY COMPOSITION OF SANTA INES LAMBS

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the adequacy of the Small Ruminant Nutrition System (SRNS) to estimate dry matter intake (DMI) and average daily gain (ADG), and to predict the body chemical composition the Santa Ines lambs castrated and not castrated using the chemical composition of a section from 9-11<sup>th</sup> rib (HH section). Thirty-eight Santa Ines lambs were used with initial body weight (BW)  $14.46 \pm 1.72$  kg and approximately two months old. Four animals of each sex class were slaughtered at the beginning of the experiment as reference group, to obtain body composition and initial empty body weight. The remaining animals were placed in individual pens in a factorial design with three feed levels (*ad libitum*, 30 and 60% feed restriction) and two sex classes (castrated and non-castrated), constituting five animals per treatment. The animals were weighed weekly to monitor weight gain, and when animals fed *ad libitum* reached 30 kg BW, all experimental animals were slaughtered. The prediction of the chemical composition of the carcass and of the empty body through the HH section was evaluated for its precision and accuracy. The SRNS model was sensitive to predict the DMI and ADG in Santa Ines lambs. The content of water, fat and energy in the carcass and empty body were satisfactorily estimated by the HH section, but there was no precision in the estimation of protein and ash content. The use of stepwise regressions promoted an increase in the coefficients of determination of the equations to estimate the body content of water, fat, protein and energy, but did not consider a change in the equation to predict the ash content. Further studies are needed to validate the methodology in lambs.

**KEY-WORDS:** Energy. Ether extract. Lambs. Protein. Rib.

### INTRODUÇÃO

O uso de modelos mecanicistas para estimar o valor biológico dos alimentos, a avaliação das exigências nutricionais e o desempenho dos animais é uma ferramenta utilizada em todo o mundo. O *Small Ruminant Nutrition System* (SRNS) é o modelo mais utilizado em pequenos ruminantes (Tedeschi *et al.*, 2010) e tem demonstrado ser confiável para estimativas feitas em ambiente tropical (Costa, 2014). Porém, é necessário validar esses sistemas para ambientes, genótipos e classes sexuais diferentes. O consumo de matéria seca constitui o primeiro fator determinante do ingresso de nutrientes necessários ao atendimento das exigências de manutenção e produção, mantendo alta correlação com a produção animal (Noller *et al.*, 1996).



A determinação da composição corporal dos animais é essencial em estudos de nutrição, sendo utilizado para avaliar alimentos, crescimento animal e exigências nutricionais (Valadares Filho *et al.*, 2006). A determinação da composição corporal permite ainda realizar a avaliação do desempenho animal, visando à produção de carcaças com maior proporção de músculos e quantidades adequadas de gordura, para atender as exigências do mercado consumidor.

Os componentes químicos do corpo variam durante o crescimento de forma paralela à composição física (tecidos muscular, ósseo e adiposo), sendo estes influenciados por diversos fatores, como idade, peso, raça e classe sexual (NRC, 2007). Os métodos utilizados para determinação da composição corporal dividem-se em diretos e indiretos. O método direto consiste na análise química de todos os tecidos, apresentando resultados precisos, porém, a moagem de todo o animal exige grande mão de obra, além de ter elevado custo devido ao grande desperdício de material amostrado. Os métodos indiretos envolvem a predição da composição da carcaça ou do corpo dos animais, a partir de parâmetros mais facilmente obtidos. O método indireto da Seção HH (9ª a 11ª costelas) tem sido bastante utilizado. Este método foi proposto por Hankins e Howe (1946) para a predição tanto da composição física, quanto da composição química da carcaça de bovinos, e consiste na obtenção de equações de predição da composição da carcaça a partir da composição da Seção HH. Devido à sua facilidade de aplicação, esse método tem sido bastante utilizado para a predição da composição corporal de bovinos (Henrique *et al.*, 2003; Paulino *et al.*, 2005; Marcondes *et al.*, 2012).

A predição da composição da carcaça e corpo em ovinos foi avaliada em trabalhos recentes. Maia *et al.* (2014), trabalhando com cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável na dieta, observaram que a seção HH estimou satisfatoriamente o conteúdo corporal de gordura e proteína, enquanto o conteúdo de água foi subestimado. Os autores atribuíram a falta de significância da equação ao baixo número de animais utilizados no estudo. Costa *et al.* (2014) realizaram trabalho semelhante com ovinos Morada Nova, relataram que a seção HH estimou satisfatoriamente o conteúdo corporal de gordura, proteína, cinzas e água. Os estudos sobre a validação do método da seção HH para estimar a composição corporal de ovinos ainda são insipientes, assim é necessário a produção de mais estudo acerca do assunto e posterior avaliação desse método por meio de meta-análise, o que possibilita a construção de banco de dados significativo e permite resultados mais conclusivos.

Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar a adequabilidade do modelo nutricional SRNS para o consumo de matéria seca (CMS) e ganho médio diário (GMD), e realizar a predição da composição corporal de cordeiros da raça Santa Inês castrados e não castrados pelo método da seção HH.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza. De acordo com o sistema de classificação de Köppen, esta região tem clima tropical úmido, com temperatura média de 26 °C e umidade relativa média de 78%. A região apresenta concentração do regime pluviométrico em um período de três a cinco meses no ano, com uma média de precipitação de 775 mm. Os cuidados com os animais atenderam as diretrizes do Comitê de Ética em Pesquisa Animal da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil (UFC). Os animais foram identificados, tratados contra endoparasitas (Ivomec, Merial, Duluth, GA) e alocados em baias individuais (2,0 m<sup>2</sup>) providas de bebedouros e comedouros.

Para realização do estudo de abate comparativo foram utilizados 38 cordeiros da raça Santa Inês obtidos de rebanho comercial no Ceará. Os cordeiros tinham peso corporal (PC) médio inicial de 14,46 ± 1,72 kg e aproximadamente dois meses de idade. Dezenove cordeiros foram submetidos ao processo de castração, com uso de *burdizzo* e anestésicos, perfazendo 19 cordeiros castrados e 19 cordeiros não castrados.

Após 20 dias do processo de castração e adaptação às dietas, quatro animais de cada classe sexual foram aleatoriamente escolhidos e abatidos com o objetivo de determinar o peso de corpo vazio (PCVZ) e a composição corporal inicial. Os 30 animais remanescentes foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x2, sendo três níveis de alimentação (*ad libitum*, 30 e 60% de restrição) e duas classes sexuais (castrados e não castrados), com cinco animais por tratamento. A ração experimental (Tabela 1), composta de feno de capim Tifton 85 moído, milho grão moído, farelo de soja, cloreto de sódio, calcário, fosfato bicálcico e premix mineral, foi formulada conforme NRC (2007) para ganho de 200 g/dia.

**Tabela 1:** Proporção de ingredientes e composição química da ração experimental (g/kg MS).

Ingredientes, g/kg MS	Dieta Experimental
Feno de Tifton 85	607
Milho grão	197
Farelo de soja	188
Calcário calcítico	1,9
Fosfato bicálcico	4,1
Cloreto de sódio	0,7
Premix mineral <sup>a</sup>	0,3
Composição	
Matéria seca, g/kg	918
Proteína bruta, g/kg MS	178
Extrato etéreo, g/kg MS	25
Fibra em detergente neutro, g/kg MS	493
FDNcp <sup>b</sup> , g/kg MS	456
Fibra em detergente ácido, g/kg MS	234
Carboidratos totais, g/kg MS	741
Carboidratos não fibrosos, g/kg MS	284
Nutrientes digestíveis totais, g/kg MS	558

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

<sup>a</sup>Composição: Fe 16,500 ppm; Mn 9,750 ppm; Zn 35,000 ppm; I 1000 ppm; Se 225 ppm; Co 1000 ppm; <sup>b</sup>Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína.

As rações foram fornecidas duas vezes por dia (08:00 e 16:00 horas) e ajustadas diariamente para permitir, aproximadamente, 10% de sobras para os animais com consumo *ad libitum*. A restrição de 30 e 60% foi baseada no consumo dos animais *ad libitum* de cada classe sexual. A água foi fornecida *ad libitum* para todos os animais.

Todos os animais experimentais foram pesados semanalmente, e quando os animais alimentados *ad libitum* atingiram a média de 30 kg de PC, todos os animais experimentais foram abatidos. Usando esse critério, o período experimental durou 100 dias. Antes do abate, os animais foram submetidos a jejum de 18 horas para determinação do peso corporal ao jejum (PCJ). O abate foi realizado por atordoamento dos animais, causando uma concussão cerebral, seguido de secção da veia jugular. Após o abate, a carcaça e os componentes não carcaça (sangue, órgãos, cabeça, cascos, e trato gastrointestinal (TGI)) e a pele de cada animal foram separados e pesados individualmente. O TGI foi esvaziado e pesado novamente. O peso do corpo vazio (PCVZ) foi obtido como o PCJ subtraído do conteúdo do TGI, da vesícula biliar e da bexiga.

Em seguida, as carcaças foram refrigeradas em câmara frigorífica a 4 °C por 24 horas, e então pesadas e cortadas ao meio sobre a linha média dorsal com o auxílio de uma serra de fita. Na meia-carcaça esquerda resfriada realizou-se um corte entre a 9<sup>a</sup>-10<sup>a</sup>-11<sup>a</sup> costelas (Seção HH), conforme metodologia descrita por Hankins e Howe (1946). A meia carcaça direita, os componentes não carcaça, o couro e a seção HH de cada animal foram moídos separadamente em moedor industrial de carne, homogeneizados, amostrados e congelados.

Amostras do concentrado, ingredientes e sobras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada, durante 72 horas, em seguida foram moídas em moinho de facas com peneira de 1 mm (moinho tipo Wiley, Arthur H. Thomas, Philadelphia, PA, EUA). As amostras foram analisadas para determinar os níveis de matéria seca (MS, método 967,03 - AOAC, 1990), cinzas (método 942,05 - AOAC, 1990), proteína bruta (PB, método 981,10 - AOAC, 1990), extrato etéreo (EE, método 920,29 - AOAC, 1990) e fibra em detergente ácido (FDA, método 913,18 - AOAC, 1990). A fibra em detergente neutro (FDN), foi determinada de acordo com Van Soest *et al.* (1991), e FDN corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) conforme Licitra *et al.* (1996). As amostras do corpo dos animais foram desengorduradas por extração com éter em aparelho Soxhlet (AOAC, 1990) durante 12 h, em seguida foram moídas em moinho de bola para subseqüentes análises químicas.

As amostras da carcaça, componentes não carcaça e pele foram submetidas à pré-secagem em estufa de ventilação forçada. Em seguida as amostras foram desengorduradas em aparelho Soxhlet, processadas em moinho de bola e armazenados em recipientes fechados. O teor de matéria seca foi determinado colocando-se as amostras em estufa

de ventilação forçada a 105 °C até alcançar peso constante. O teor de cinzas e proteína bruta foram determinados conforme metodologia descrita anteriormente para as amostras de ingredientes e rações experimentais. O conteúdo corporal de gordura (CCG) e proteína (CCP) foram determinados de acordo com suas concentrações no corpo vazio, enquanto o conteúdo corporal de energia (CCE) foi obtido segundo a equação:

$$\text{CCE (Mcal)} = 5,6405 (\text{CCP, kg}) + 9,3929 (\text{CCG, kg}) \text{ (ARC, 1980)}.$$

A estimativa do consumo diário de matéria seca (CMS), foi realizada com uso de equação de regressão linear múltipla do CMS observado em função do ganho médio diário (GMD) e do peso corporal metabólico ( $\text{PC}^{0,75}$ ) dos animais experimentais. Para avaliação do modelo SRNS foi realizado o ajuste do modelo de regressão linear simples entre os valores preditos e observados para CMS e GMD, e a avaliação quanto à precisão foi realizada mediante o uso do coeficiente de correlação de Pearson (r).

A predição da composição química da carcaça e do corpo vazio por meio da metodologia descrita por Hankins e Howe (1946) foi avaliada quanto a sua precisão, utilizando o coeficiente de correlação de Pearson (r), e sua acurácia, ajustando a equação de regressão linear entre os valores preditos (variável independente) e observados (variável dependente). Os parâmetros de equação, intercepto ( $\beta_0$ ) e coeficiente angular ( $\beta_1$ ) foram testados conjuntamente na seguinte hipótese pelo teste F:

$$\begin{array}{ll} H_0: \beta_0 = 0 & H_0: \beta_1 = 1 \\ H_a: \beta_0 \neq 0 & H_a: \beta_1 \neq 1 \end{array}$$

Quando da não rejeição de ambas as hipóteses de nulidade os valores preditos e observados são semelhantes, caso contrário há tendência do modelo em subestimar ou superestimar a composição corporal.

Posteriormente, com o intuito de obter melhor predição da composição da carcaça e do corpo, foram desenvolvidas regressões múltiplas utilizando o método dos mínimos quadrados ordinários, via seleção *stepwise*, para determinar as variáveis significativas ( $P < 0,01$ ) a serem incluídas nos modelos para predizer a composição química da carcaça e do corpo vazio. As variáveis incluídas para escolha no procedimento *stepwise* foram: extrato etéreo da seção HH (EEH), proteína bruta da seção HH (PBH), água da seção HH (AGH), energia da seção HH (ENH), gordura visceral (GV, % PCVZ), órgãos mais vísceras (OV, % PCVZ), rendimento de carcaça (RC, % PCVZ); peso de carcaça quente (PCQ, kg) e peso de corpo vazio (PCVZ, kg), conforme relatado por Marcondes *et al.* (2012).

As análises de variância foram realizadas pelo procedimento GLM e as análises de regressão foram realizadas por meio do procedimento REG do SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC), sendo testados os efeitos lineares, quadráticos e cúbicos para todas as variáveis, adotando-se o nível de 5% de probabilidade para o erro do Tipo I.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito da classe sexual sobre o consumo de matéria seca (CMS) ( $P = 0,836$ ) ou ganho médio diário (GMD) ( $P = 0,151$ ), assim os dados foram analisados conjuntamente para cordeiros castrados e não castrados. Com base nos valores de consumo de matéria seca (CMS) em função do ganho médio diário (GMD) e peso corporal metabólico ( $PC^{0,75}$ ) obtidos dos animais experimentais, determinou-se uma equação de regressão múltipla:

$$CMS = -328,67 + 2,28 * GMD + 76,07 * PC^{0,75} \text{ (EPM} = 2,792, R^2 = 0,949) \text{ (Tabela 2).}$$

**Tabela 2:** Parâmetros da equação de regressão múltipla do consumo de matéria seca (CMS) em função do ganho médio diário (GMD) e do peso corporal metabólico ( $PC^{0,75}$ ) de cordeiros Santa Inês castrados e não castrados.

Variáveis	Parâmetros	EP <sup>a</sup>	P-valor	IC <sub>95</sub> % <sup>b</sup>	R <sup>2c</sup>	CV (%) <sup>d</sup>
Intercepto	-328,67	152,335	0,044	-641,80; -15,54	0,947	8,54
GMD	2,28	0,363	0,001	1,53; 3,02	-	-
$PC^{0,75}$	76,07	19,834	0,001	35,30; 116,84	-	-

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

<sup>a</sup>EP = erro padrão; <sup>b</sup>IC<sub>95</sub>% = intervalo de confiança; <sup>c</sup>R<sup>2</sup> = coeficiente de determinação; <sup>d</sup>CV = coeficiente de variação.

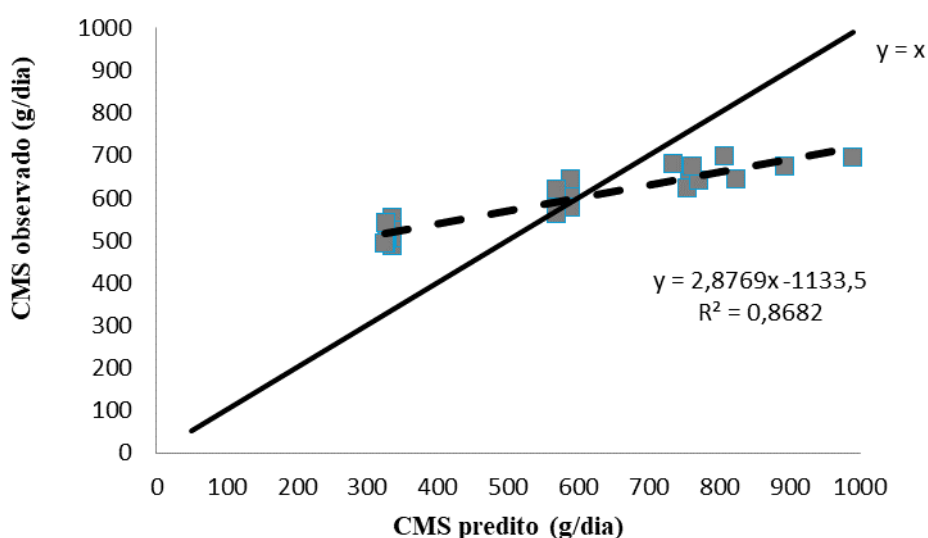
O GMD apresentou efeito linear, indicando que CMS aumenta linearmente em função do aumento do GMD, até o limite da faixa de peso corporal avaliado nesse estudo. Com base nesta equação, o CMS para cordeiros de 20 kg de PC e 150 g de GMD foi estimado em 732,23 g/dia, valor cerca de 5,6% menor que o valor de 773,42 g/dia obtido através da equação do CNCPS-S (Cannas *et al.*, 2004). Cabral *et al.* (2008) utilizando metodologia semelhante em compilação de dados de estudos realizados no Brasil, estimaram CMS de 810 g/dia, valor 10,62% superior ao estimado neste estudo.

Diversas abordagens e metodologias são utilizadas para prever o consumo animal, sendo que modelos empíricos são os mais amplamente utilizados por apresentar maior facilidade de uso e melhor representar o comportamento animal (Regadas Filho *et al.*, 2011). Esses modelos são construídos a partir da descrição da observação de dados, os quais são ajustados a uma equação, ou conjunto de equações matemáticas.

Observou-se elevado coeficiente de correlação de Pearson ( $r = 0,93$ ) entre o CMS observado em função do CMS predito pelo modelo SRNS. Além disso, verificou-se que o intercepto e o coeficiente de inclinação não diferiram de 0 e 1, respectivamente ( $P \leq 0,05$ ), apontando a não rejeição de ambas hipóteses de nulidade, denotando que os valores observados e preditos são semelhantes. A equação obtida foi:

$$\text{CMS observado} = -1133,5 + 2,8769 * \text{CMS predito} \quad (R^2 = 0,86) \quad (\text{Figura 1}).$$

**Figura 1:** Relação entre o consumo de matéria seca (CMS) observado e predito pelo modelo SRNS em cordeiros Santa Inês.



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

Os resultados obtidos na literatura relativos à estimativa do CMS em ovinos pelo SRNS são variáveis. Oliveira *et al.* (2014) trabalhando com cordeiros Santa Inês não castrados alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável na dieta relataram que o sistema SRNS subestimou o CMS em 6,2%, enquanto Regadas Filho *et al.* (2011) trabalhando com o mesmo grupamento genético relataram que o SRNS foi sensível na predição do CMS, e propôs a equação:

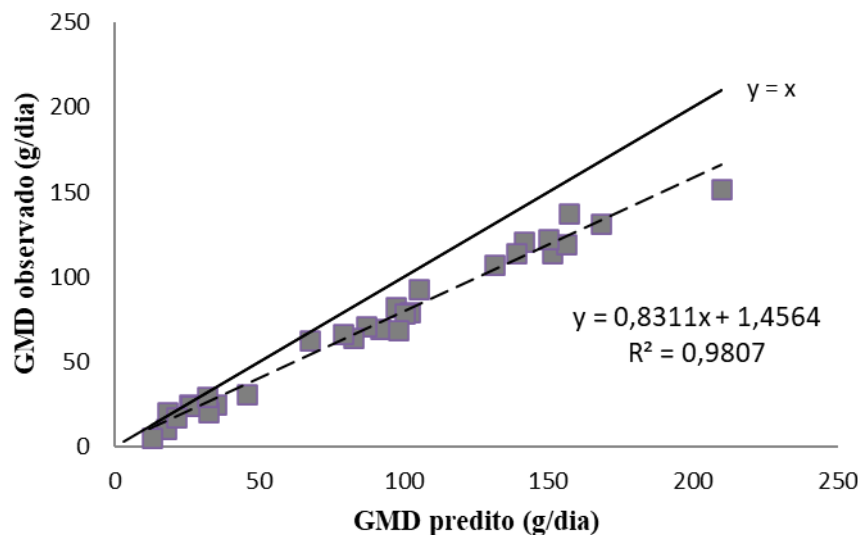
$$\text{CMS observado} = -215,29 + 1,21 * \text{CMS predito} \quad (R^2 = 0,85).$$

O ganho médio diário (GMD) observado em função do valor predito pelo modelo SRNS apresentou alta correlação de Pearson ( $r = 0,99$ ) e a hipótese de nulidade não foi rejeitada, indicando que o modelo avaliado estimou adequadamente o GMD neste estudo.

A equação obtida foi:

GMD observado = 1,4564 + 0,8311 \* GMD predito ( $R^2 = 0,98$ ) (Figura 2).

**Figura 2:** Relação entre o ganho médio diário (GMD) observado e predito pelo modelo SRNS em cordeiros Santa Inês.



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

Neste trabalho a restrição alimentar imposta aos animais foi apenas de caráter quantitativa, e o GMD reduziu linearmente em função do aumento da restrição alimentar ( $P < 0,001$ ), o que pode ter contribuído para a melhor predição do GMD pelo SRNS. Outro fator que contribuiu para a boa predição do GMD foi a obtenção de variados valores de GMD ( $89,01 \pm 55,23$ ; máximo: 209,60; mínimo: 12,82), influenciados pelos diferentes níveis alimentar. Costa *et al.* (2014) também concluíram que o SRNS foi sensível para predição do GMD em ovinos Morada Nova machos não castrados. Por sua vez, Regadas Filho *et al.* (2011), relataram que o modelo subestimou o GMD em 5,18%.

Para a determinação da composição química da carcaça, do corpo e da seção HH foram utilizados todos os animais experimentais, incluindo os animais abatidos no início do período experimental (animais referência). O conteúdo corporal de água, proteína, gordura, cinzas e energia de cordeiros Santa Inês não foram afetados pela classe sexual (Tabela 3).

**Tabela 3:** Composição corporal de água, proteína, gordura, cinzas e energia de cordeiros Santa Inês castrados e não castrados.

Componente	Classe Sexual (CS)		EPM <sup>b</sup>	P-valor
	C	NC		
Água (%PCVZ)	66,10	66,73	0,632	0,491
Proteína (%PCVZ)	14,55	14,99	0,273	0,263
Gordura (%PCVZ)	12,76	11,72	0,776	0,353
Cinzas (%PCVZ)	5,89	5,85	0,116	0,807
Energia (Mcal/kg PCVZ)	2,02	1,95	0,277	0,445

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

Os dados utilizados para desenvolver as equações de predição da composição química da carcaça e composição química do corpo vazio dos cordeiros são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4:** Descrição dos dados utilizados para desenvolver as equações de predição da composição da carcaça e composição corporal.

Item	Média	Mínimo	Máximo	DP <sup>a</sup>
Peso de corpo vazio (kg)	15,84	8,31	25,15	5,14
Peso de carcaça quente (kg)	8,80	4,28	14,08	3,03
Rendimento de carcaça (%PCVZ)	43,67	37,35	48,74	3,40
Órgãos e vísceras (%PCVZ)	24,36	20,51	29,68	2,62
Gordura visceral (%PCVZ)	2,42	0,64	5,43	0,93
Carcaça				
Água (% PCVZ)	65,24	57,08	75,59	3,42
Proteína (% PCVZ)	14,24	12,18	16,01	1,17
Gordura (% PCVZ)	13,04	4,98	22,53	3,80
Cinzas (% PCVZ)	4,13	2,63	6,23	0,76
Energia (Mcal/kg PCVZ)	2,01	1,22	2,55	0,31
Corpo vazio				
Água (% PCVZ)	66,46	59,42	72,89	2,64
Proteína (% PCVZ)	14,87	12,66	18,17	1,16
Gordura (% PCVZ)	12,12	6,19	21,37	3,23
Cinzas (% PCVZ)	5,89	4,68	6,79	0,50
Energia (Mcal/kg PCVZ)	1,98	1,42	2,77	0,28
Seção HH				
Água (% PCVZ)	62,66	53,26	68,64	3,90
Proteína (% PCVZ)	16,63	11,90	22,38	2,32
Gordura (% PCVZ)	15,25	5,60	26,26	5,44
Cinzas (% PCVZ)	3,41	1,49	9,01	2,08
Energia (Mcal/kg PCVZ)	2,37	1,47	3,28	0,46

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

<sup>a</sup>DP=Desvio Padrão.



Foram geradas equações para estimar a composição química da carcaça e composição química do corpo a partir da seção HH em cordeiros castrados e não castrados em conjunto (Tabela 5).

**Tabela 5:** Equações obtidas por meio das regressões entre os componentes químicos observados na carcaça e no corpo vazio em função dos componentes químicos na seção HH.

Componente	Equação	P-valor	R <sup>2a</sup>	r <sup>b</sup>
Composição química da carcaça				
Água	% Água = 30,035 + 0,561 x Água SHH	0,001	0,41	0,64
Gordura	% Gordura = 3,345 + 0,635 x Gordura SHH	0,001	0,83	0,91
Proteína	% Proteína = 13,796 + 0,026 x Proteína SHH	0,755	0,01	0,06
Energia	Mcal Energia = 0,591 + 0,609 x Energia SHH	0,001	0,71	0,84
Cinzas	% Cinzas = 3,192 + 0,275 x Cinzas SHH	0,001	0,56	0,75
Composição química do corpo vazio				
Água	% Água = 40,470 + 0,414 x Água SHH	0,001	0,37	0,61
Gordura	% Gordura = 4,301 + 0,505 x Gordura SHH	0,001	0,85	0,92
Proteína	% Proteína = 14,085 + 0,047 x Proteína SHH	0,580	0,01	0,01
Energia	Mcal Energia = 0,435 + 0,708 x Energia SHH	0,001	0,81	0,90
Cinzas	% Cinzas = 5,411 + 0,139 x Cinzas SHH	0,001	0,34	0,64

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

<sup>a</sup>R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinação; r = Coeficiente de correlação de Pearson.

A classe sexual tem efeito reconhecido sobre a composição corporal dos animais (ARC, 1980), porém seu efeito é mais pronunciado quando o animal se aproxima da puberdade, ponto a partir do qual há maior produção de hormônios esteroides que afetam a deposição dos distintos tecidos no corpo dos animais. À medida que a maturidade avança, ocorre aumento na proporção corporal de gordura e, conseqüentemente, decréscimo nas concentrações de água, proteína e minerais (AFRC, 1993). Porém, como os animais foram abatidos com pouca idade, não houve efeito de classe sexual sobre os componentes químicos que compõem o corpo dos animais.

O conteúdo de gordura e energia da carcaça, observado e estimado pela seção HH, mostraram-se altamente correlacionados, com valores do coeficiente de correlação de Pearson (r) igual a 0,91 e 0,84, respectivamente. A análise estatística dos interceptos e dos coeficientes de inclinação das retas apontou que ambas as hipóteses de nulidade, ou seja,  $H_0: \beta_0 = 0$  e  $H_0: \beta_1 = 1$ , não foram rejeitadas ( $P > 0,05$ ), indicando que o conteúdo desses constituintes observados na carcaça e estimados pela seção HH são semelhantes. O mesmo comportamento foi observado para o conteúdo corporal desses componentes no corpo vazio, observado e estimado, com coeficiente de determinação mais elevado (gordura,  $R^2 = 85$ ; energia  $R^2 = 81$ ).

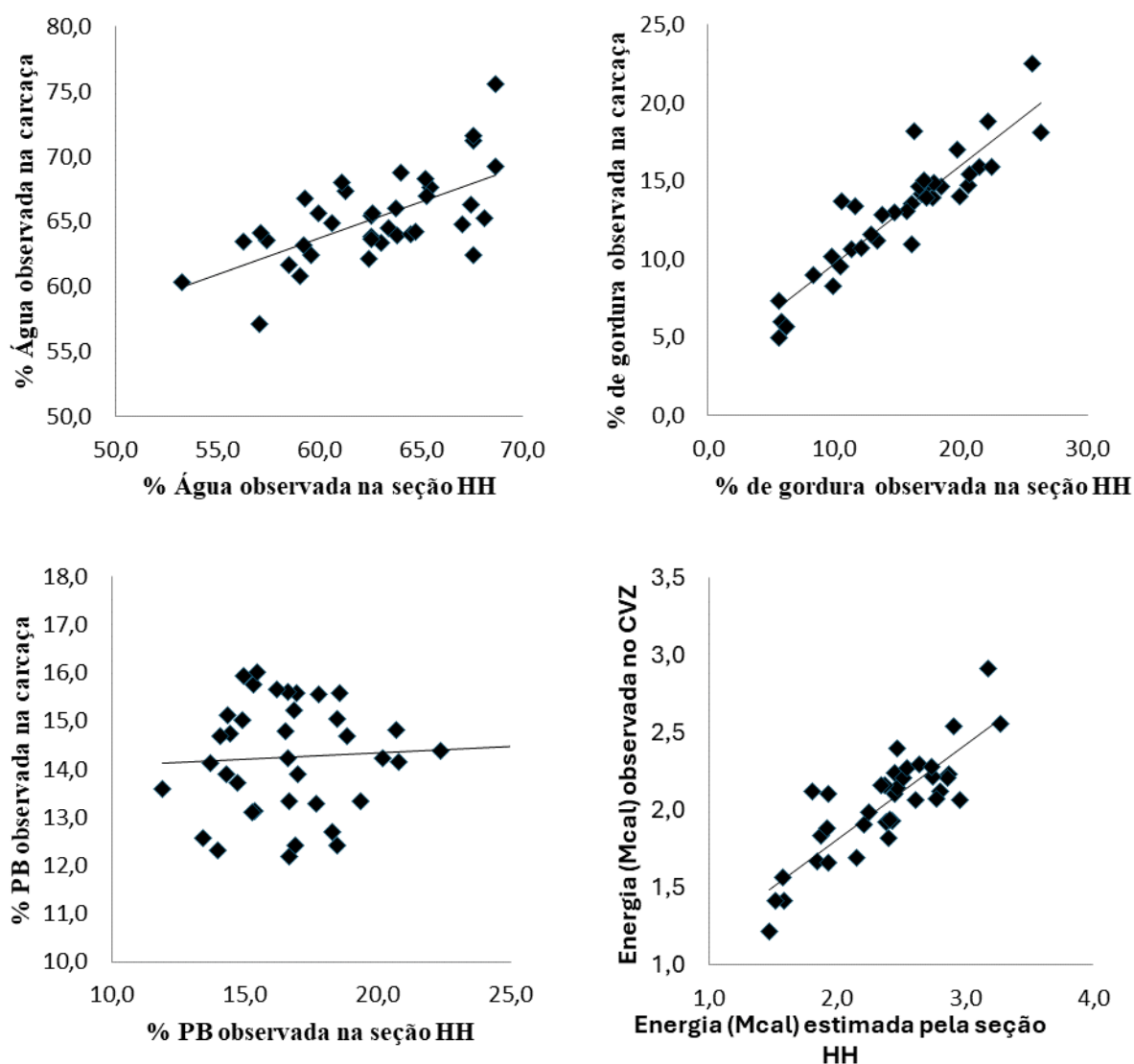
A gordura é o constituinte corporal de maior densidade energética, e por isso perfaz a maior porção do conteúdo corporal de energia do corpo dos animais. Esse fato mostra que esses dois componentes mantêm alta correlação entre si, explicando o fato dos dois

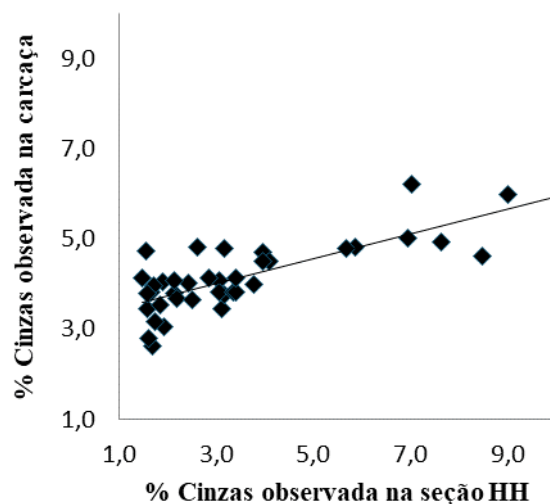
apresentarem a mesma resposta.

A análise estatística dos interceptos e dos coeficientes de inclinação das equações obtidas para estimativa do conteúdo de água, cinzas e proteína na carcaça e no corpo vazio pela seção HH apontou que as hipóteses de nulidade foram rejeitadas ( $P < 0,05$ ), indicando que o método da seção HH não foi sensível para estimar o conteúdo corporal desses constituintes na carcaça ou no corpo dos cordeiros.

Os valores médios dos constituintes da carcaça observados e estimados pela seção HH são apresentados na Figura 3.

**Figura 3:** Relação entre os teores de água, gordura, proteína, energia e cinzas observados na carcaça e estimados pela seção HH.



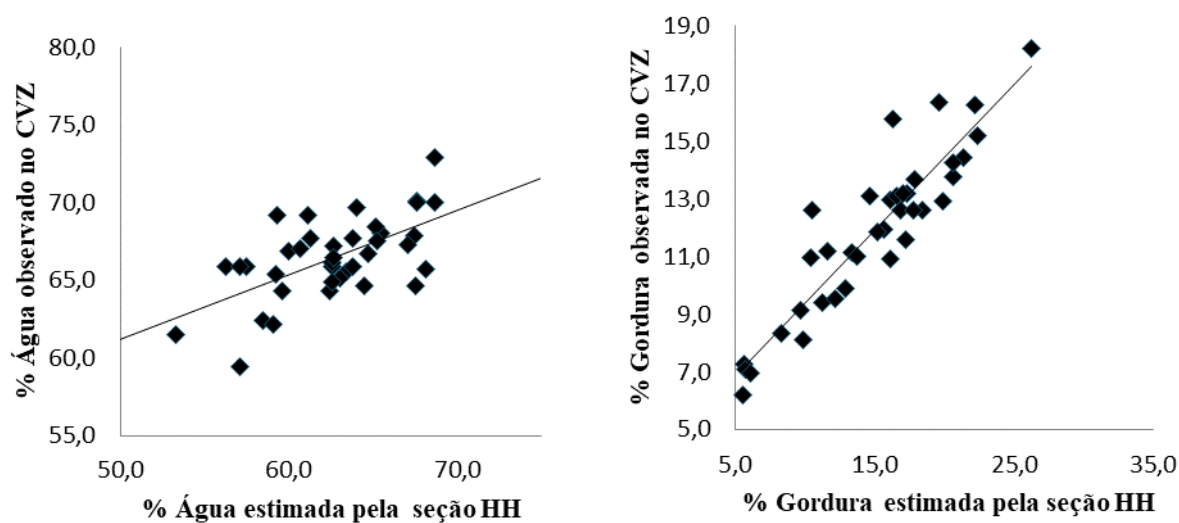


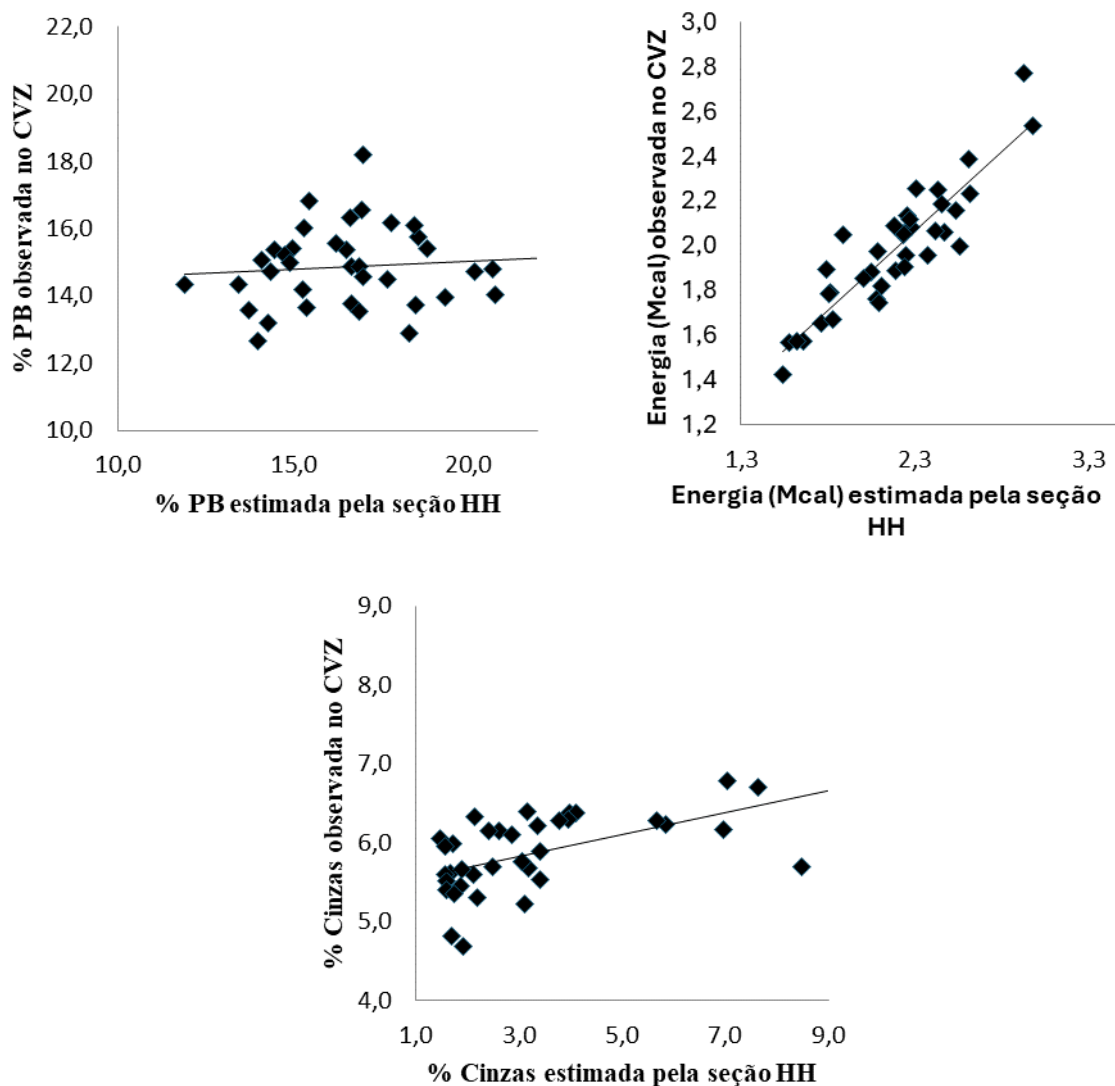
Fonte: Lima *et al.* (2024).

O conteúdo de água e cinzas na carcaça foram subestimados pela seção HH em 3,97 e 17,42%, respectivamente, enquanto o conteúdo corporal de PB foi superestimado em 16,80%. Um fator que contribuiu com a baixa precisão das estimativas desses componentes corporais é a baixa variação inerente aos valores desses componentes no corpo dos animais, resultando em equações com menor acurácia e precisão.

Os valores médios dos constituintes do corpo vazio, observados e estimados pela seção HH são apresentados na Figura 4.

**Figura 4:** Relação entre os teores de água, gordura, proteína, energia e cinzas observados no corpo vazio e estimados pela seção HH.





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

A estimativa do conteúdo de água e cinzas no corpo vazio seguiu o mesmo comportamento observado na estimativa da composição da carcaça, portanto, foram subestimados pela seção, enquanto o conteúdo corporal de PB foi superestimado.

A falta de significância para a estimativa de água, proteína e cinzas pode estar relacionado com o pequeno número de animais utilizados nesse estudo, o que pode ter causado maior dispersão dos dados e baixa precisão na estimativa. Outro fato que pode ter contribuído para esse comportamento é a restrição alimentar, uma vez que pode alterar o padrão de deposição dos tecidos ósseo e proteico, causando mudanças na composição corporal e afetando a aplicabilidade do método da seção HH para a estimativa da composição corporal.

No trabalho original de Hankins e Howe (1946), as equações foram geradas a partir de dados obtidos de 84 novilhos. Portanto, seria necessário um maior número de animais para que existisse uma projeção populacional biologicamente expressiva para justificar a

proposição concreta e mais abrangente para as equações. Maia *et al.* (2014), trabalhando com cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável na dieta, observaram que a seção HH estimou satisfatoriamente o conteúdo corporal de gordura e proteína, enquanto o conteúdo de água foi subestimado. Os autores atribuíram a falta de significância da equação ao baixo número de animais utilizados no estudo.

Marcondes *et al.* (2012) observaram boa estimativa da composição de gordura e água na carcaça e no corpo de bovinos, porém para a proteína essas equações foram menos precisas. Os autores sugeriram a inclusão de novas variáveis no modelo com o intuito de melhorar as estimativas. No presente estudo, foram geradas equações lineares múltiplas com a inclusão de variáveis obtidas a partir do abate dos animais. As variáveis escolhidas para compor o ajuste dos modelos estão apresentadas na Tabela 6, juntamente com seus respectivos coeficientes de correlação de Pearson com os constituintes da carcaça e corpo vazio.

**Tabela 6:** Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis utilizadas no ajuste dos modelos.

Variáveis	<sup>a</sup> RC	<sup>b</sup> OV	<sup>c</sup> GV	<sup>d</sup> PCQ	<sup>e</sup> PCVZ
Carcaça					
Água	-0,61*	0,70*	-0,87*	-0,76*	-0,76*
Gordura	0,60*	-0,72*	0,87*	0,73*	0,73*
Proteína	-0,28ns	-0,31ns	-0,39***	-0,34***	-0,33ns
Energia	0,60*	-0,70*	0,85*	0,75*	0,75*
Cinzas	-0,53**	0,38	-0,50	-0,50	-0,48
Corpo vazio					
Água	-0,66**	0,72**	-0,90*	-0,78*	-0,78*
Gordura	0,62**	-0,71**	0,89*	0,77*	0,77*
Proteína	-0,14ns	0,27 ns	-0,37***	-0,19ns	-0,18ns
Energia	0,64**	-0,71**	0,93*	0,80*	0,79*
Cinzas	-0,43**	0,59	-0,67	-0,60	-0,58

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

<sup>a</sup>RC = rendimento de carcaça (% PCVZ); <sup>b</sup>OV = órgãos e vísceras (% PCVZ); <sup>c</sup>GV = gordura visceral (% PCVZ); <sup>d</sup>PCQ = peso de carcaça quente (kg); <sup>e</sup>PCVZ = peso de corpo vazio (kg); \*(p<0,001); \*\*(p<0,01); \*\*\*(p<0,05); ns: não significativo.

As equações obtidas por meio das regressões *stepwise* com inclusão das variáveis são apresentadas na Tabela 7.

**Tabela 7:** Equações obtidas por meio das regressões *stepwise* para estimativa da composição da carcaça e do corpo pela seção HH em cordeiros Santa Inês.

Componente	Equação	P-valor	R <sup>2a</sup>
Composição química da carcaça			
Água	% Água = 74,587 – 0,415 Gordura SHH – 1,236 GV <sup>b</sup>	0,001	0,89
Gordura	% Gordura = 2,744 + 0,432 x Gordura SHH + 1,525 GV	0,001	0,88
Proteína	% Proteína = 4,304 + 0,157 Água SHH	0,003	0,24
Energia	% Energia = 1,723 + 0,033 x Gordura SHH – 0,060 Cinzas SHH	0,001	0,86
Cinzas	% Cinzas = 3,192 + 0,275 x Cinzas SHH	0,001	0,56
Composição química do corpo vazio			
Água	% Água = 73,478 - 0,248 Gordura SHH x -1,312 GV	0,001	0,90
Gordura	% Gordura = 2,710 + 0,290 x Gordura SHH x 1,595 GV	0,001	0,90
Proteína	% Proteína = 5,031 + 0,156 x Água SHH	0,003	0,23
Energia	% Energia = 1,247 + 0,020 Gordura SHH x 0,169 GV	0,001	0,92
Cinzas	% Cinzas = 5,411 + 0,139 x Cinzas SHH	0,001	0,34

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

<sup>a</sup>R<sup>2</sup> = Coeficiente de determinação; r = Coeficiente de correlação de Pearson; <sup>b</sup>GV = gordura visceral (% PCVZ).

As equações geradas para estimar o conteúdo de água na carcaça e no corpo vazio tiveram a inclusão das variáveis, gordura na SHH e GV, componentes com alta correlação negativa com a água na carcaça (gordura SHH: r = -0,92; GV r = -0,87) e no corpo vazio (gordura SHH: r = -0,91; GV = -0,90), o que promoveu aumento do R<sup>2</sup> das equações para 0,89 e 0,90, respectivamente, indicando boa estimativa de predição da água na carcaça e no corpo vazio.

Nas equações para estimar o conteúdo de gordura houve a inclusão da variável GV, componente com alta correlação com a gordura na carcaça (r = 0,87) e no corpo vazio (r = 0,89), o que promoveu aumento do R<sup>2</sup> das equações para 0,88 e 0,90, respectivamente. Assim, tanto as equações simples quanto as equações múltiplas podem ser utilizadas para estimar o conteúdo de gordura na carcaça e no corpo vazio.

As equações para estimar o conteúdo de proteína na carcaça e no corpo vazio tiveram a inclusão da variável água na SHH. A inclusão desse componente para estimar a proteína deve-se ao fato de o tecido proteico apresentar maior quantidade de água em relação aos demais tecidos corporais (Sanz Sampelayo *et al.*, 1995), mantendo correlação positiva entre si. Porém, mesmo significativas (P = 0,003), as equações para estimar o conteúdo de proteína na carcaça e no corpo vazio apresentaram baixo coeficiente de determinação (R<sup>2</sup> = 24 e R<sup>2</sup> = 23), indicando baixa precisão na estimativa desse componente.

Nas equações para estimar o conteúdo de energia houve a inclusão da variável gordura na SHH e GV. Estes componentes têm alta correlação com o conteúdo de energia na carcaça (r = 0,87) e no corpo vazio (r = 0,89), uma vez que a gordura tem alto conteúdo energético. A inclusão das variáveis, gordura na SHH, cinzas na SHH e GV, para estimar o conteúdo de energia na carcaça e no corpo vazio promoveu aumento do R<sup>2</sup> das equações

para 0,86 e 0,92, respectivamente. De forma, semelhante ao observado para estimativa do conteúdo de gordura, o conteúdo de energia na carcaça e no corpo vazio podem ser estimados usando tanto as equações simples, quanto as equações múltiplas.

Nas equações para estimar o conteúdo de cinzas na carcaça e no corpo vazio, o procedimento de *stepwise* não indicou a inclusão de outras variáveis, assim as equações são as mesmas geradas nas regressões simples.

## CONCLUSÃO

O modelo SRNS foi sensível para prever o consumo de matéria seca (CMS) e o ganho médio diário (GMD) em cordeiros Santa Inês. O conteúdo de água, gordura e energia na carcaça e no corpo vazio foram satisfatoriamente estimados pela seção HH, porém não houve precisão na estimativa do conteúdo de proteína e cinzas. Poucos trabalhos avaliaram a adequabilidade do método da seção HH para estimativa da composição corporal em ovinos, dessa forma mais estudos são necessários para a validação dessa metodologia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The Nutrient Requirements of Ruminant livestock**. CABI International, Slough, UK, 1980.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15.ed. Virginia: Arlington. 1990. 1117p.

CABRAL, L. S.; NEVES, E. M. O.; ZERVOUDAKIS, J. T.; ABREU, J. G.; RODRIGUES, R. C.; SOUZA, A. L.; OLIVEIRA, I. S. Estimativas dos requisitos nutricionais de ovinos em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 3, p. 529-542, 2008.

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, p. 149-169, 2004.

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**, v. 114, p. 206-213, 2013.

COSTA, M. R. G. F.; PEREIRA, E. S.; PINTO, A. P.; SILVA, A. M. A.; MEDEIROS, A. N.; MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; CAMPOS, A. C. N.; GADELHA, C. R. F.; OLIVEIRA, R. L. Prediction of body chemical composition of Morada Nova ram lambs using the composition of ribs section between 9<sup>th</sup> and 11<sup>th</sup>. **Semina**, v. 35, n. 4, p. 2019-2032, 2014.

HANKINS, O. G.; HOWE, P. E. **Estimation of the composition of beef carcasses and**

**cuts**. Washington: United States Department of Agriculture, 1946. 20 p. (Technical Bulletin, 926).

HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A. A. M.; LEME, P. R.; ALLEONI, D. F.; LANNA, D. P. D. Estimativa da composição química corporal de tourinhos Santa Gertrudis a partir da composição química e física das 9<sup>a</sup>-10<sup>a</sup>-11<sup>a</sup> costelas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 709-718, 2003.

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

MAIA, I. S. G.; PEREIRA, E. S.; PINTO, A. P.; MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; CARNEIRO, M. S. S.; CAMPOS, A. C. N.; GADELHA, C. R. F.; ROCHA JUNIOR, J. N. Consumo, avaliação do modelo *Small Ruminant Nutrition System* e predição da composição corporal de cordeiros Santa Inês alimentados com rações contendo diferentes níveis de energia. **Semina**, v. 35, p. 2579-2596, 2014.

MARCONDES, M. I.; TEDESCHI, L. O.; VALADARES FILHO, S. C.; CHIZZOTTI, M. L. Prediction of physical and chemical body compositions of purebred and crossbred Nellore cattle using the composition of a rib section. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 1280-1290, 2012.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7th edn. National Academy Press, Washington, DC, USA, 1996.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press. 242 p. 2007.

NOLLER, C. H.; NASCIMENTO JUNIOR., D.; QUEIROZ, D. S. Determinando as exigências nutricionais de animais em pastejo. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 13**, Piracicaba, SP, 1996. Anais... Piracicaba: FEALQ.

OLIVEIRA, A. P.; PEREIRA, E. S.; PINTO, A. P.; SILVA, A. M. A.; CARNEIRO, M. S.; MIZUBUTI, I. Y.; RIBEIRO, E. L. A.; CAMPOS, A. C. N.; GADELHA, C. R. F. Estimates of nutritional requirements and use of Small Ruminant Nutrition System model for hair sheep in semiarid conditions. **Semina**, v. 35, p. 1985-1998, 2014.

PAULINO, P. V. R.; COSTA, M. A. L.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; MAGALHÃES, K. A.; DETMANN, E.; PORTO, M. O.; MORAES, K. A. K. Validação das equações desenvolvidas por Hankins e Howe para predição da composição da carcaça de zebuínos e desenvolvimento de equações para estimativa da composição corporal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 327-339, 2005.

REGADAS FILHO, J. G. L.; PEREIRA, E. S.; VILLARROEL, A. B. S.; PIMENTEL, P. G.; FONTENELE, R. M.; COSTA, M. R. G. F.; MAIA, I. S. G.; SOMBRA, W. A. Efficiency of metabolizable energy utilization for maintenance and gain and evaluation of small ruminant



nutrition system model in Santa Ines sheep. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2558-2564, 2011.

SANZ SAMPELAYO, M. R.; LARA, L.; EXTREMERA, F. G. Energy utilization for maintenance and growth in preruminant kid goats and lambs. **Small Ruminant Research**, v. 17, p. 25-30, 1995.

TEDESCHI, L. O.; CANNAS, A.; FOX, D. G. A nutrition mathematical model to account for dietary supply and requirements of energy and other nutrients for domesticated small ruminants: The development and evaluation of the Small Ruminant Nutrition System. **Small Ruminant Research**, v. 89, n. 2, p. 174-184, 2010.

VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; MAGALHÃES, K. A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos - BR CORTE**. 1.ed. Viçosa, MG:Suprema Grafica Ltda, 2006, 142p.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nostarch polyssacharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

WEISS, W. P. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. p. 176-185 in Proc. Of Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers, Cornell University, Ithaca, USA, 1999.

# Índice Remissivo

## A

abate comparativo 48, 50, 63, 73  
animais castrados e não castrados 47

## B

baço 35, 38, 39, 40, 44  
bolos ruminais 8, 12, 18, 19

## C

características de carcaça 22, 24, 32, 33, 44, 45, 46  
carboidratos 8, 11, 42, 52  
carboidratos não-fibrosos 8, 11  
carcaça 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 33, 36, 37, 38, 41, 44, 45, 46, 52, 53, 69, 70, 72, 74, 75, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 86  
classes sexuais 47, 50, 55, 57, 61, 62, 70, 71, 73  
compartimentos gastrintestinais 35, 37  
comportamento ingestivo 8, 10, 12, 19, 20  
composição corporal 47, 49, 50, 55, 57, 59, 61, 65, 70, 72, 73, 75, 79, 80, 82, 84, 85, 86  
composição química corporal 70, 85  
concentração corporal 47  
concentração de proteína 47  
Concentrado 11, 23, 36  
consumo 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 24, 27, 43, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 61, 62, 63, 64, 65, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 84  
conteúdo corporal de água 70, 78  
conteúdo de água 70, 72, 80, 81, 82, 83, 84  
conteúdo do trato gastrointestinal (CTGI) 35  
conteúdo gastrintestinal 25, 36, 37, 45, 46  
conversão alimentar (CA) 22, 28  
coração 35, 38, 39, 41, 43, 44, 58  
cordeiros 10, 24, 30, 33, 34, 38, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 64, 65, 67, 70, 72, 73, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85  
cortes comerciais 22, 23, 24, 26, 29, 32, 33, 44  
cortes de ovinos Santa Inês 22, 24  
crescimento 8, 10, 19, 22, 35, 41, 44, 46, 49, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 68, 72

## E

eficiência alimentar (EA) 22, 28  
energia 8, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 22, 24, 25, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 47, 49, 52, 53, 54, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 67, 70, 71, 72, 75, 77, 78, 80, 81, 82, 84, 85  
energia metabolizável (EM) 8, 16, 19, 22, 28, 30, 32, 35, 41, 43, 52

exigências líquidas 47  
exigências nutricionais 14, 23, 47, 48, 49, 65, 67, 71, 72, 86  
extrato etéreo 8, 11, 52, 53, 71, 74, 75

## F

feno de Tifton 8, 22, 35  
fígado 35, 38, 39, 40, 43, 44, 58

## G

ganho de peso 22, 27, 28, 37, 47, 49, 53, 54, 55, 56, 57, 60, 61, 62, 64, 65, 70  
ganho de peso médio diário (GMD) 22  
gordura 29, 37, 38, 43, 47, 49, 50, 53, 57, 58, 59, 60, 61, 70, 72, 75, 78, 80, 81, 82, 83, 84

## I

idade 8, 10, 22, 24, 35, 38, 47, 49, 50, 57, 70, 72, 73, 80  
Ingestão 8  
intestino delgado 35, 41, 42, 50, 58  
intestino grosso 35, 41, 43, 44, 50, 58

## M

machos castrados e não castrados 47, 70  
mastigação 8, 12, 16, 17  
matéria orgânica 8, 13  
matéria seca 8, 9, 11, 12, 13, 27, 52, 53, 56, 57, 61, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 84  
modelo nutricional 70, 72

## N

níveis alimentares 47, 70  
níveis de energia metabolizável 8, 10, 13, 15, 16, 18, 19, 22, 24, 25, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 72, 77, 82  
níveis de energia metabolizável 32  
níveis de energia nas rações 8, 13  
níveis energéticos 8, 10, 14, 16, 17, 22, 24, 27, 29, 30, 31, 37, 40, 41, 42, 44  
nutrientes 8, 9, 10, 13, 14, 15, 19, 20, 29, 39, 40, 42, 48, 49, 51, 52, 56, 57, 58, 59, 71  
nutrientes digestíveis totais 8, 40, 52

## O

ócio 8, 12, 16  
órgãos internos 35, 45, 46  
ovinos 8, 10, 13, 15, 19, 20, 22, 24, 29, 30, 32, 33, 35, 37, 40, 42, 44, 45, 48, 49, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 68, 70, 72, 77, 78, 84, 85

## P

pequenos ruminantes 23, 36, 48, 71  
peso corporal 8, 10, 22, 24, 25, 29, 35, 37, 38, 44, 47, 49, 50, 52, 56, 57, 59, 60, 61, 70, 73, 74, 75, 76

peso de cordeiros 47  
peso de corpo vazio inicial 47, 70  
peso dos órgãos internos 35, 37, 46  
produção de calor 28, 48, 54, 57, 62, 63  
proteína 8, 9, 11, 36, 40, 46, 47, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67,  
70, 71, 72, 74, 75, 78, 80, 81, 82, 84  
proteína bruta 8, 11, 52, 53, 57, 74, 75  
pulmões 35, 38, 39, 43

## R

rações experimentais 8, 10, 11, 14, 16, 17, 19, 22, 24, 28, 29, 30, 32, 38, 39, 41, 42, 43,  
53, 75  
rendimento da buchada 35, 37, 44  
rendimento dos cortes 22, 24, 27, 29  
Restrição alimentar 47  
rins 35, 38, 39, 40, 43, 44  
rúmen-retículo 13, 35, 38, 41, 44, 50, 58  
ruminação 8, 9, 12, 16, 17, 18, 20  
rumina 17

## S

Small Ruminant Nutrition System (SRNS) 70, 71

## T

tempos de alimentação 8



**contato@editoraomnisscientia.com.br** 

**https://editoraomnisscientia.com.br/** 

**@editora\_omnis\_scientia** 

**https://www.facebook.com/omnis.scientia.9** 

**+55 87 99914-6495** 



**contato@editoraomnisscientia.com.br** 

**https://editoraomnisscientia.com.br/** 

**@editora\_omnis\_scientia** 

**https://www.facebook.com/omnis.scientia.9** 

**+55 87 99914-6495** 