

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS - UFMG

**COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ENERGIA DE
CORDEIRAS SANTA INÊS DURANTE O CRESCIMENTO: USO DAS TÉCNICAS
DO ABATE COMPARATIVO E RESPIROMETRIA**

DISCENTE: VANDENBERG LIRA SILVA

BELO HORIZONTE - MG

2014

VANDENBERG LIRA SILVA

**COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ENERGIA DE
CORDEIRAS SANTA INÊS DURANTE O CRESCIMENTO OBTIDO PELAS
TÉCNICAS DO ABATE COMPARATIVO E RESPIROMETRIA**

Tese apresentada ao programa de pós-graduação
em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade
Federal de Minas Gerais como requisito parcial
para obtenção do grau de doutor em zootecnia

BELO HORIZONTE - MG

Tese defendida e aprovada em ____/____/_____
pela comissão examinadora composta pelos seguintes membros:

Iran Borges
Professor Orientador

Professor Dr. Marcelo Teixeira Rodrigues

Professor Dr. Gilberto de Lima Macedo Junior

Professor Dr. Ana Luiza Costa Cruz Borges

Professor Dr. Ricardo Reis e Silva

Professor Dr. Décio Souza Graça
Suplente

EPÍGRAFRE

“Eu sou de uma terra que o povo padece
Mas não esmorece e procura vencer
Da terra querida, que a linda cabocla
De riso na boca zomba no sofrê
Não nego meu sangue, não nego meu nome
Olho pra fome, pergunto: o que há?
Eu sou brasileiro, filho do Nordeste,
Sou cabra da peste, sou do Ceará.”

Patativa do Assaré

DEDICATÓRIA

A Deus, pela graça da vida, saúde, fé e força para superar as dificuldades.

Ao meu orientador Iran Borges pela confiança e estímulos e pela formação que me repassou.

Aos meus pais, Ana Zélia e José Ribeiro, pelo apoio e conselhos e por terem edificado desde sempre o alicerce de minha trajetória.

Aos meus irmãos, Gutenberg, Lindemberg, Josymara, Julyara e Lydia Mara, por compartilharem e ajudarem para a conclusão deste processo.

A minha querida namorada, Maria Auxiliadora, pelo carinho e compreensão durante minha ausência.

A toda minha família, tios, tias, avós e primos

A todos que ajudaram para a realização deste experimento.

AGRADECIMENTOS

Agradecer a DEUS, por está sempre comigo ao longo desse trabalho e de toda minha vida, dando-me forças e iluminando-me a cada dia.

Ao meu orientador, Professor Iran Borges, pela orientação, confiança durante todo o período de realização desse trabalho.

Ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, pela oportunidade de realizar este curso.

Aos integrantes do Núcleo de Extensão e Pesquisa em Pequenos Ruminantes - Nepper que contribuíram durante a fase experimental e nas necessidades que surgiram ao longo deste período.

Aos meus pais e irmãos pela força e apoio durante esses anos.

A minha querida namorada, por sua compreensão e apoio durante minha ausência nesse período.

Aos colegas de curso da UFMG, que também colaboraram para o crescimento profissional. Meus amigos Fredson, Hélio, Alexandre, Alexandre Ferreira, Diogo, André, Carolina, Juliana Sávia, dentre tantos que convivi e compartilhamos bons momentos.

Aos professores que contribuíram para a formação acadêmica: Professora Ana Luiza, Ricardo, professora Eloisa, professor Iran.

Ao CNPq, pela concessão de bolsa de estudo durante a realização do curso de doutorado e pelo auxílio financeiro à execução do experimento.

Aos funcionários do Laboratório de Calorimetria e Metabolismo animal: Seu Nilson, Roberto, José Lucio, e Claudio.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal da UFMG: Toninho, Kelly, Margô, Regiane

Aos professores do Colégio Aloísio Aragão, Francisca Maria, Socorro, e aos professores do colégio Padre Angelim, Graça Oliveira, Terezinha, Lucia Matos, pelo ensino e pela formação que me proporcionaram chegar a este momento. Além dos professores do Colégio Estadual Otacílio Mota, Wilino, Fernando, Gerson, Gerardo, Neco, Antônio Luiz, Elizabete, Erik,

Lucia Paiva, Meiriane, e os demais que posso não ter recordado, pelo ensino e pela formação que proporcionaram chegar a este momento.

A todos os amigos do curso de Pós-Graduação, pelo companheirismo e amizade durante o curso.

A todos que de forma direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	14
INTRODUÇÃO GERAL	15
RESUMO GERAL.....	17
ABSTRACT GERAL.....	19
CAPÍTULO 1	21
REVISÃO DE LITERATURA	21
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
CAPITULO 2.....	45
DESEMPENHO, DIGESTIBILIDADE E CONSUMO DE NUTRIENTES POR CORDEIRAS DA RAÇA SANTA INÊS DURANTE O CRESCIMENTO	45
RESUMO	45
ABSTRACT.....	47
1. INTRODUÇÃO	49
2. MATERIAL E MÉTODOS	50
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
4. CONCLUSÕES.....	67
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	68
CAPITULO 3.....	71
COMPOSIÇÃO QUÍMICA CORPORAL DE FÊMEAS DA RAÇA SANTA INÊS DURANTE O CRESCIMENTO.....	71
RESUMO	71
ABSTRACT.....	73
1. INTRODUÇÃO	75
2. MATERIAL E MÉTODOS	77
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	85
4. CONCLUSÕES.....	113
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	115
CAPITULO 4.....	120
EXIGÊNCIAS DE ENERGIA LÍQUIDA PARA MANTENÇA E GANHO POR CORDEIRAS SANTA INÊS DURANTE O CRESCIMENTO.....	120
RESUMO	120
ABSTRACT.....	121

1. INTRODUÇÃO	122
2. MATERIAL E MÉTODOS	123
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	132
4. CONCLUSÕES.....	143
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	144
CAPITULO 5.....	147
FRACIONAMENTO ENERGÉTICO E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ENERGIA POR RESPIROMETRIA DE CORDEIRAS SANTA INÊS EM CRESCIMENTO.....	147
RESUMO	147
ABSTRACT.....	148
1. INTRODUÇÃO	149
2. MATERIAL E MÉTODOS	150
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	158
4. CONCLUSÕES.....	175
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	176
CAPÍTULO 6.....	180
EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DA ENERGIA METABOLIZÁVEL PARA MANTENÇA E GANHO DE PESO E COMPARAÇÃO DE TÉCNICAS APLICADAS PARA ESTIMATIVA DAS EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ENERGIA.....	180
RESUMO	180
1. INTRODUÇÃO	182
2. MATERIAL E MÉTODOS	183
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	189
4. CONCLUSÕES.....	196
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	197

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1	21
REVISÃO DE LITERATURA	21
Tabela 1. Efetivo de rebanho ovino no mundo no ano de 2010	21
Tabela 2. Valores de exigências de energia líquida para manutenção de estudos envolvendo ovinos em condições semiáridas brasileiras confinados e dados obtidos por ensaios calorimétricos	34
CAPITULO 2	45
DESEMPENHO, DIGESTIBILIDADE E CONSUMO DE NUTRIENTES POR CORDEIRAS DA RAÇA SANTA INÊS DURANTE O CRESCIMENTO	45
Tabela 1. A composição percentual da dieta experimental	51
Tabela 2. Composição bromatológica dos alimentos e dieta experimental.....	52
Tabela 3. Distribuição dos animais conforme pesos de abate e regimes alimentares	52
Tabela 4. Ingestão de nutrientes por ovinos abatidos em diferentes pesos e submetidos a regimes alimentares distintos.....	55
Tabela 5. Ingestão de extrato etéreo por ovinos abatidos em diferentes pesos e submetidos a regimes alimentares distintos.....	57
Tabela 6. Ingestão de frações fibrosas por ovinos abatidos em diferentes pesos e submetidos a regimes alimentares distintos	59
Tabela 7. Ingestão de energia bruta, em kcal e em kcal/UTM, energia digestível e energia metabolizável, em kcal/UTM, por ovinos abatidos em diferentes pesos e submetidos a regimes alimentares distintos.....	60
Tabela 8. Ingestão de energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM), em kcal/dia, por ovinos abatidos em diferentes pesos e submetidos a regimes alimentares distintos.....	62
Tabela 9. Ingestão de energia bruta (EB), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM), em porcentagem % do peso vivo, por ovinos abatidos em diferentes pesos e submetidos a regimes alimentares distintos.....	62
Tabela 10. Média dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes da dieta fornecida a cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidos a regimes alimentares distintos.....	64
Tabela 11. Média dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes da dieta fornecida a cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidos a regimes alimentares distintos.....	65
CAPITULO 3	71
COMPOSIÇÃO QUÍMICA CORPORAL DE FÊMEAS DA RAÇA SANTA INÊS DURANTE O CRESCIMENTO.....	71
Tabela 1. A composição percentual da dieta experimental	78
Tabela 2. Composição bromatológica dos alimentos e dieta experimental.....	79
Tabela 3. Distribuição dos animais conforme pesos de abate e regimes alimentares	79

Tabela 4. Pesos dos componentes corporais (em kg ou g e em % PCVZ) de cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos	85
Tabela 5. Peso e proporção da gordura, em gramas e em % PCVZ, de cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos	88
Tabela 6. Pesos dos componentes pertencentes ao trato gastrointestinal (em gramas e em % PCVZ) de cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos	89
Tabela 7. Massa dos componentes pertencentes ao sistema visceral (em quilos ou gramas e em % PCVZ) de cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos	91
Tabela 8. Massa do fígado e diafragma, em gramas, de cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos	94
Tabela 9. Massa dos depósitos de gordura (em gramas e em % PCVZ) de cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos	95
Tabela 10. Massa dos depósitos de gordura, em gramas, de cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos	97
Tabela 11. Proporção dos depósitos de gordura, em % do PCVZ, de cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos	97
Tabela 12. Composição química de água, proteína, gordura, minerais, em kg ou gramas e em g/kg de PCVZ, e energia, em Mcal/kg, na carcaça, cabeça mais patas e pele de cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos	99
Tabela 13. Composição química de água, proteína, gordura, minerais, em quilo ou gramas e em g/kg de PCVZ, e energia, em Mcal/kg, no trato gastrointestinal e vísceras de cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos	103
Tabela 14. Composição química de água, proteína, gordura, minerais, em gramas e em g/kg de PCVZ, e energia, em Mcal/kg de PCVZ, no útero e glândula mamária de cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos	107
Tabela 15. Composição química de água, proteína, gordura, minerais, em quilos ou gramas e g/kg de PCVZ, e energia, em Mcal/kg, na gordura de cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos.....	110
Tabela 16. Composição química corporal água, proteína, gordura e minerais, em quilos e em g/kg de PCVZ, de cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos	112
CAPITULO 4.....	120
EXIGÊNCIAS DE ENERGIA LÍQUIDA PARA MANTENÇA E GANHO POR CORDEIRAS SANTA INÊS DURANTE O CRESCIMENTO.....	120
Tabela 1. A composição percentual da dieta experimental	124
Tabela 2. Composição bromatológica dos alimentos e dieta experimental.....	125
Tabela 3. Distribuição dos animais conforme pesos de abate e regimes alimentares	125
Tabelas 4. Consumo de matéria seca (g/dia e g/UTM), consumo de energia metabolizável (kcal/kg PCVZ ^{0,75} /dia), produção de calor (kcal/kg PCVZ ^{0,75} /dia) e retenção de energia (kcal/kg	

PCVZ ^{0,75} /dia) por cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos.....	132
Tabela 5. Equações de regressão do peso do corpo vazio (PCVZ) em função do peso corporal (PC), e do logaritmo da quantidade de proteína, minerais, gordura e energia em função do logaritmo do PCVZ de cordeiras Santa Inês em crescimento abatidas aos 20 kg, 30 kg e 40 kg.....	137
Tabela 7. Concentração corporal de proteína, minerais e gordura, em g/kg de PCVZ, e energia, em Mcal/kg, de cordeiras em crescimento abatidas aos 20 kg, 30 kg e 40 kg de peso vivo.....	139
Tabela 8. Conteúdo de proteína, minerais, gordura e energia depositada por kg de ganho de peso de corpo vazio (PCVZ) de cordeiras em crescimento abatidas aos 20 kg, 30 kg e 40 kg de peso vivo.....	140
CAPITULO 5	147
FRACIONAMENTO ENERGÉTICO E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ENERGIA POR RESPIROMETRIA DE CORDEIRAS SANTA INÊS EM CRESCIMENTO	147
Tabela 1. A composição percentual da dieta experimental	151
Tabela 2. Composição bromatológica dos alimentos e dieta experimental.....	152
Tabela 3. Distribuição dos animais conforme pesos de abate e regimes alimentares	152
Tabela 4. Fracionamento energético de cordeiras Santa Inês em crescimento abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos.....	158
Tabela 5. Ingestão de energia digestível (IED) e energia metabolizável (IEM), em kcal/dia, por ovinos abatidos em diferentes pesos e submetidos a regimes alimentares distintos	165
Tabela 6. Ingestão de energia bruta (EB), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM), em porcentagem (%) do peso vivo, por ovinos abatidos em diferentes pesos e submetidos a regimes alimentares distintos.....	165
Tabela 7. Perdas energéticas na forma de metano, em kcal/dia, e perda de energia na urina, em porcentagem (%) da energia bruta consumida (EB), por cordeiras Santa Inês em crescimento abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos	167
Tabela 8. Produção diária de metano, em litros por dia, em relação a ingestão de matéria seca (g/kg de MS ingerida) e matéria orgânica (g/kg de MO ingerida), ingestão de matéria seca e matéria orgânica digestíveis (g/kg de MS e MO digestíveis) e ingestão de frações fibrosas (g/kg de FDN, FDA e HCEL ingerida e digestível).....	168
Tabela 9. Exigência de energia líquida para manutenção e ganho de peso, em kcal/dia e em kcal/PV ^{0,75} , e eficiência de uso da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso de cordeiras Santa Inês em crescimento abatida em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos	169
Tabela 10. Trocas respiratórias, quociente respiratório e produção de calor de cordeiras Santa Inês em crescimento abatida em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos.....	172
Tabela 11. Trocas respiratórias, quociente respiratório e produção de calor em jejum de cordeiras Santa Inês em crescimento abatida em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos	173
CAPÍTULO 6	180

EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DA ENERGIA METABOLIZÁVEL PARA MANTENÇA E GANHO DE PESO E COMPARAÇÃO DE TÉCNICAS APLICADAS PARA ESTIMATIVA DAS EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ENERGIA.....	180
Tabela 1. A composição percentual da dieta experimental	184
Tabela 2. Composição bromatológica dos alimentos e dieta experimental.....	185
Tabela 3. Distribuição dos animais conforme pesos de abate e regimes alimentares	185
Tabela 4. Exigências energéticas (em kcal/kg PCVZ ^{0.75} /dia) de cordeiras da raça Santa Inês em crescimento obtida pelas técnicas do abate comparativo e respirometria	189
Tabela 5. Concentração de energia bruta e energia metabolizável, consumo de matéria seca para manutenção e ganho de peso, concentrações de energia líquida da dieta para manutenção (EL _m d) e ganho (EL _g d) e eficiência de utilização da energia para manutenção (k _m) e ganho (k _g) por cordeiras Santa Inês em crescimento abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos	191
Tabela 6. Estimativas das exigências de energia líquida e energia metabolizável para ganho de peso, em kcal/dia, de cordeiras Santa Inês em crescimento abatidas aos 20 kg, 30 kg e 40 kg	195

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1	21
REVISÃO DE LITERATURA	21
Figura 1. Esquema da partição da energia no animal (NRC, 1981).	30
Figura 2. Relação entre a energia retida (ER) no corpo do animal e o consumo de energia metabolizável. A linha tracejada mostra a curvilinearidade entre ER e EM e foi derivado da relação entre a produção de calor e log da ingestão de EM (Garrett, 1980). As linhas sólidas mostram aproximações lineares (NRC, 1981).	33
CAPITULO 4	120
EXIGÊNCIAS DE ENERGIA LÍQUIDA PARA MANTENÇA E GANHO POR CORDEIRAS SANTA INÊS DURANTE O CRESCIMENTO.....	120
Figura 1. Logaritmo da produção de calor (kcal/PCVZ ^{0,75} /dia), em função da ingestão diária de energia metabolizável para os animais abatidos aos 20 kg	134
Figura 2. Logaritmo da produção de calor (kcal/PCVZ ^{0,75} /dia), em função da ingestão diária de energia metabolizável para os animais abatidos aos 30 kg	134
Figura 3. Logaritmo da produção de calor (kcal/PCVZ ^{0,75} /dia), em função da ingestão diária de energia metabolizável para animais abatidos aos 40 kg.....	134
Figura 4. Relação entre a produção de calor e o consumo de energia metabolizável de cordeiras abatidas aos 20 kg	135
Figura 5. Relação entre a produção de calor e o consumo de energia metabolizável de cordeiras abatidas aos 30 kg	135
Figura 6. Relação entre a produção de calor e o consumo de energia metabolizável de cordeiras abatidas aos 40 kg	136

INTRODUÇÃO GERAL
COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ENERGIA DE
CORDEIRAS SANTA INÊS DURANTE O CRESCIMENTO: USO DAS TÉCNICAS
DO ABATE COMPARATIVO E RESPIROMETRIA

A alimentação dos animais é um dos fatores que mais influenciam a atividade pecuária brasileira constituindo o item de maior impacto nos custos de produção. Ressalta-se que além do aspecto nutricional dos alimentos utilizados na formulação das rações, o atendimento das demandas nutricionais dos animais continua sendo realizado a partir de informações geradas em condições diferentes da realidade brasileira, o que pode contribuir para uma limitada expressão do potencial genético dos animais. A ingestão de nutrientes pelos ruminantes é ferramenta importante nos estudos de nutrição animal, pois possibilita estabelecer o desempenho dos animais e produção. Segundo Mertens (1992), o consumo de nutrientes corresponde a 70% da variação no potencial de produção animal, enquanto que 30% são influenciada pela digestibilidade e eficiência de utilização dos alimentos.

Durante a fase de crescimento das cordeiras, o manejo alimentar pode exercer grande influência nas respostas produtivas e reprodutivas de futuras matrizes, embora seja uma etapa do ciclo de produção de menor rentabilidade em curto prazo na visão dos produtores. Isso tem sido demonstrado com estudos relativos à composição química do corpo dos animais nas diferentes fases, pois tal conhecimento permite a estimativa precisa dos requisitos nutricionais dos mesmos. Além disso, permite identificar a prioridade de nutrientes, sendo esta prioridade dependente do estágio fisiológico (crescimento, gestação e lactação), o sexo, raça, o nível nutricional, idade e peso corporal em que o animal se encontra. As taxas de deposição dos principais tecidos constituintes do corpo: ósseos, musculares e adiposos, mudam ao longo da vida dos animais, conseqüentemente, a composição corporal varia com o decorrer do tempo (Henrique et al., 2006). A exploração racional de ovinos para produção de carne e/ou leite vem se destacando recentemente no cenário nacional em virtude de suas características de alta lucratividade e rápido giro financeiro (Guim e Santos, 2008), todavia, os sistemas de produção carecem de alternativas que visem melhorar o atendimento das demandas nutricionais dos animais, pois a alimentação representa ponto impactante nos índices de lucratividade. Em condições brasileiras, os requisitos nutricionais dos animais têm sido pouco avaliados, sendo a elaboração das dietas formuladas a partir de informações geradas internacionalmente (NRC, 2007; CSIRO, 2007 e ARC, 1980). A aplicação dessas

informações nas condições nacionais pode não proporcionar resultados satisfatórios, o que pode resultar em perdas ou excedentes na utilização de nutrientes pelos animais.

O método fatorial é adotado para os estudos envolvidos na determinação das exigências dos animais, fracionando as necessidades nutricionais dos nutrientes fornecidos para a manutenção, crescimento e produção, gestação e lactação, representando assim, uma importante ação para a compreensão do metabolismo e partição energética dos animais. Diante disso, as exigências nutricionais dos animais em energia são divididas tanto para o atendimento da manutenção quanto para a produção dos animais e foram baseadas no trabalho desenvolvido por (Lofgreen e Garret, 1968). A calorimetria indireta avalia a produção de calor animal através da mensuração de trocas respiratórias, sendo tal procedimento feito por câmaras respirométricas, a partir de equações estabelecidas, pode-se chegar a produção de calor em jejum do animal. Dessa forma, objetivou-se determinar a composição química e as exigências nutricionais de energia líquida para manutenção e ganho de peso de cordeiras da raça Santa Inês durante o crescimento, abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos.

RESUMO GERAL
**COMPOSIÇÃO CORPORAL E EXIGÊNCIA NUTRICIONAL DE ENERGIA POR
CORDEIRAS SANTA INÊS DURANTE O CRESCIMENTO: USO DAS TÉCNICAS
DO ABATE COMPARATIVO E RESPIROMETRIA**

O presente estudo foi conduzido com o objetivo de determinar a composição química e as exigências nutricionais de energia para manutenção e ganho de peso de cordeiras da raça Santa Inês durante o crescimento, abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos. O experimento foi realizado no Laboratório de Calorimetria e Metabolismo da Universidade Federal de Minas Gerais no período de novembro de 2010 a abril de 2011. Foram utilizadas cinquenta e sete cordeiras Santa Inês com 3 a 4 meses de idade e peso vivo médio de 14 a 26 kg, perfazendo um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2, três pesos de abatidos aos 20 kg, 30 kg e 40 kg e dois manejos nutricionais (*ad libitum* e restrito). Após quarenta dias para adaptação dos animais às condições experimentais, dezesseis animais foram aleatoriamente sorteados e abatidos representando o grupo referência. A adaptação dos animais do grupo 20 kg foi de dez dias, sendo sorteados cinco animais para representarem os animais referência. Após o abate, o corpo do animal foi dividido em oito componentes: Carcaça, cabeça e patas, pele, trato gastrointestinal, vísceras, gorduras, útero e glândula mamária. O peso de cada componente foi obtido em gramas e em relação ao peso de corpo vazio (% do PCVZ). A composição química foi analisada em termos de gordura, proteína, minerais, água em gramas, expressos em g/kg e em percentagem do PCVZ e a energia expressa em Mcal/kg. O peso da carcaça, pele, vísceras, gordura e útero foram afetados pela restrição nutricional ($P < 0,05$). Houve aumento do peso absoluto de cada compartimento a medida que os animais ganharam peso para o abate. A restrição nutricional afetou negativamente composição química, em gramas e em % do PCVZ, de água e gordura na glândula mamária, de água das vísceras e carcaça. A composição química de água e proteína, em gramas, e de água em g/kg de PCVZ na pele foi afetada pela restrição nutricional. Maiores proporções de água, proteína, gordura e energia foram observados na cabeça e patas dos animais em restrição nutricional. Os pesos de abate alteraram a composição química dos componentes corporais ($P < 0,05$). A medida que ocorreu aumento de peso dos animais, houve incremento na deposição de nutrientes nos componentes do corpo. A concentração, em g/kg de PCVZ, seguiu a dinâmica de crescimento do animal. A concentração de gordura e energia elevou-se com o aumento do peso de abate dos animais enquanto a concentração de água, proteína e minerais decresceu. A deposição de gordura no ganho elevou com o aumento do peso de abate e variou de 295,79 a 774,20 g/kg PCVZ. A exigência de energia líquida para manutenção foi de $EL_m = 86,79; 77,63$ e $72,73$ kcal/PCVZ^{0,75}/dia, representando as exigências de energia líquida para manutenção de cordeiros em crescimento com 20 kg, 30 kg e 40 kg, respectivamente. A eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção (km) foi igual a 63%, 63% e 60% para os animais com 20 kg, 30 kg e 40 kg, respectivamente. A eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso (kg) foi de 33%, 45% e 20% para os animais com 20 kg, 30 kg e 40 kg, respectivamente. A restrição nutricional afetou negativamente o fracionamento energético de nutrientes pelos animais ($P < 0,05$). A ingestão de EB foi 32,74% inferior para os animais em restrição alimentar, o que sinalizou reduções na ordem de 37,40% e 61,13% para as ingestões de EL e BE como também para o aproveitamento da energia, representado pela relação EM/EB. Houve efeito dos pesos de abate sobre as frações energéticas ($P < 0,05$). O consumo de EB, em kcal/dia, foram maiores para os animais abatidos aos 40 kg em relação aos demais ($P < 0,05$). A perda de energia nas fezes e na forma de metano obtido pela respirometria, em kcal/UTM, foi maior para os animais abatidos aos 20 kg em relação aos demais pesos. A

energia líquida para manutenção foi de 111,79; 104,35 e 77,78 kcal/PV^{0,75}/dia para animais com 20 kg, 30 kg e 40 kg respectivamente.. As exigências nutricionais de fêmeas Santa Inês decrescem com a elevação do peso vivo. As exigências de energia para ganho de peso elevam com o aumento do peso de corpo vazio. A composição corporal e composição do ganho em gordura e energia elevam com o incremento do peso de corpo vazio dos animais. Os componentes do trato gastrointestinal e vísceras com maior atividade metabólica foram afetados pela restrição nutricional. Animais em fase inicial de crescimento possuem maior proporção dos órgãos em relação ao peso de corpo vazio, particularmente os órgãos do trato gastrointestinal. A restrição nutricional alterou a composição química de água e gordura na glândula mamária. A quantidade de água na pele, carcaça e vísceras foi influenciada pela restrição nutricional. O estado fisiológico do animal afeta a dinâmica de deposição de nutrientes nos componentes corporais. Cordeiras Santa Inês submetidas a restrição de nutrientes durante o crescimento reduzem a ingestão das frações de energia dietéticas. Os pesos de abate afetam a ingestão de energia por cordeiras Santa Inês em crescimento. Os animais Santa Inês com 20 kg de peso vivo priorizam a ingestão de energia por unidade de tamanho metabólico como necessária para atendimento de suas demandas nutricionais.

Palavras-chave: Gordura, manutenção, ovinos, proteína, requerimentos, ruminantes

ABSTRACT GERAL

**BODY COMPOSITION AND NUTRITIONAL REQUIREMENT OF ENERGY FOR
SANTA INES LAMBS DURING THE GROWTH: USE OF THE TECHNICAL
COMPARATIVE SLAUGHTER AND RESPIROMETRY**

This aimed to evaluate the chemical composition of the body and the net energy requirements for maintenance and weight gain of Santa Inês lambs in growing slaughtered in different weights and feeding planes distinct. The experiment was conducted in the Laboratory of Calorimetry and Metabolism of the Federal University of Minas Gerais in the period of november 2010 the april of 2011. Were used fifty seven Santa Ines lambs with 3 the 4 months of age and live weight of 14 a 26 kg making a completely randomized design in a factorial 3 x 2 three slaughter weights (20 kg, 30 kg and 40 kg) and two nutritional planes (*ad libitum* and restricted). After slaughter, the animal's body was divided into eight components: Carcass, head and feet, skin, gastrointestinal tract, viscera, fat, uterus and mammary gland. The weight of each component was obtained in grams e in relation to empty body weight (% of EBW). The chemical composition were analyzed in terms of fat, protein, minerals and water, in grams and in g/kg EBW and energy in Mcal/kg. The weight of the carcass, skin, viscera, fat and uterus were affected by nutritional restriction ($P < 0,05$). There was an increase in the absolute weight of each compartment as there was increase in slaughter weight of animals. The nutritional restriction affected negatively the chemical composition, in grams and in % of EBW, of water and fat in the mammary gland, of water of the viscera and carcass. The chemical composition of water and protein, in grams, and water in g/kg EBW in the skin was affected by the nutritional restriction. Higher proportions of water, protein, fat and energy were observed in the head and feet of the animals in nutritional restriction. The slaughter weights have altered the chemical composition of the body components ($P < 0,05$). With the increase in weight of the animals, there was an increase in the deposition of nutrients in the body. The concentration in g/kg of EBW followed the dynamics of growth of the animal. The concentration of fat and energy increased with increasing weight of slaughter animals while the concentration of water, protein and minerals decreased. The body fat deposition increased with increasing weight and ranged from 295,79 to 774,20 g/kg EBW. The net energy requirement for maintenance was $NEm = 86,79 \text{ kcal/EBW}^{0,75}/\text{day}$, representing the net energy requirements for maintenance of growing lambs with 20 kg; $NEm = 77,63 \text{ kcal/EBW}^{0,75}/\text{day}$ representing the net energy requirements for maintenance of growing lambs of 30 kg and $NEm = 72,73 \text{ kcal/EBW}^{0,75}/\text{day}$, representing the net energy requirements for maintenance of growing lambs with 40 kg. The efficiency of utilization of metabolizable energy for maintenance (k_m) was equaled the 63%, 63% and 60% for the animals of 20 kg 30 kg and 40 kg, respectively. The efficiency of utilization of metabolizable energy for gain (k_g) was 33%, 45 % and 20 % for animals with 20 kg, 30 kg and 40 kg, respectively. The nutritional restriction affected negatively the energetics fraction for the animals ($P < 0,05$). The EB intake were 32,74% lower for the animals in feeding restriction, signaling reduction in the order of 37,40% e 61,13% for EN and BE intakes but also for harnessing energy, represented for the relation EM/EB. There was effect of body weight on energy fractions ($P < 0,05$). The EB intake, in kcal/dia, were higher for the animals with 40 kg compared to the others ($P < 0,05$). The higher losses of urinary energy, in kcal/day, were for animals slaughtered at 40 kg compared to the others ($P < 0,05$). The energy loss in faeces and in the form of methane obtained by respirometry, in kcal/UTM, were higher for animals slaughtered at 20 kg compared to the other weights.. The net energy to maintenance were 111,79; 104,35 and 77,78 kcal/BW^{0,75}/day to animals with 20 kg, 30 kg and 40 kg, respectively. The nutritional requirements of female Santa Ines decrease with increasing body weight. The energy

requirements for weight gain increase with the increase in empty body weight. Body composition and composition of gain in fat and energy increase with the increase of empty body weight of the animals. The components of the gastrointestinal tract and internal organs with higher metabolic activity were affected by nutritional restriction. Animals in early stages of growth have greater ratio of organs in relation to the weight of empty body indicating earliness of the organs of the gastrointestinal tract. The nutritional restriction altered the chemical composition of water and fat in the mammary gland. The amount of water in the skin, the carcass and viscera were influenced by nutritional restriction. The physiological state of the animal affects the dynamics of nutrient deposition in body components. The Santa Inês lambs submitted the nutritional restriction during growth reduces the intake of dietary energy fractions. The slaughter weights affect energy intake by growing Santa Ines lambs. The Santa Inês animals with 20 kg prioritize the energy intake per unit of metabolic size as necessary to meet their nutritional demands. The gas production by Santa Ines lambs varies with the nutritional plan and slaughter weights.

Key-words: fat, maintenance, sheep, protein, requirement, ruminants

CAPÍTULO 1

REVISÃO DE LITERATURA

1. Características e aspectos gerais da raça santa Inês

A origem da espécie ovina doméstica não é bem clara, no entanto, acredita-se que ocorreu na região central do continente asiático, sendo sua domesticação, uma das primeiras realizadas pelo homem. O tronco original dos ovinos domésticos compreende grupos de ovinos selvagens, Argali (*Ovis ammon*), Urial (*Ovis vignei*) e Mouflon (*Ovis musimon*) e por meio de processo de seleção antiga originou-se o ovino doméstico. Dados mundiais sugerem a existência de cerca de 1,084 bilhões de cabeças compondo o efetivo do rebanho ovino (FAO, 2011) (Tabela 1). Percebe-se que dos quinze maiores efetivos mundiais, cerca de 75% dos animais, se encontram espalhados pelos continentes asiático e africano. No Brasil, o efetivo do rebanho é composto por cerca de 17,6 milhões de cabeças, com maior concentração dos animais nas regiões Sul, em particular no estado do Rio Grande do Sul e na região Nordeste do país (IBGE, 2012). A distribuição geográfica do rebanho ovino no Brasil mostra predominância da espécie na região Nordeste do país. O estado do Rio Grande do Sul detém em torno 22,6% do rebanho nacional seguidos pelos estados da Bahia (17,4%) e Ceará (12,1%). No Rio Grande do Sul, a principal finalidade do rebanho é a produção de lã, enquanto no Nordeste é a produção de carne (IBGE, 2012).

Tabela 1. Efetivo de rebanho ovino no mundo no ano de 2010

País	Milhões de cabeças em 2010
China	134,0
União Européia	86,3
Índia	73,9
Austrália	68,1
Irã	54,0
Sudão	52,0
Nigéria	35,5
Nova Zelândia	32,5
Paquistão	27,8
Etiópia	25,9
África do Sul	24,5
Síria	21,8
Turquia	21,7
Argélia	20,0
Rússia	19,8

Fonte: Adaptado da FAO (2011)

A raça Santa Inês é originária da região Nordeste do Brasil, formada em meados da década de 1950 a partir do cruzamento entre ovinos das raças Bergamácia, Morada Nova e animais crioulos. Esse material genético tem tido grande importância atualmente na exploração ovina para cruzamentos industriais, principalmente por sua velocidade de crescimento, além de características adaptativas as regiões semiáridas. Dentre as características raciais envolvendo os animais Santa Inês destacam-se a ausência de lã, porte grande com os animais apresentando entre 80 kg para os machos e 60 kg para as fêmeas quando adultos, possuem troncos fortes, quartos dianteiros e traseiros grandes, ossatura vigorosa, dentre outros aspectos. Quanto à pelagem, os animais da raça Santa Inês possuem diferentes pelagens, com destaque para as de coloração branca, chitada, pelagem branca e vermelha.

Além dos aspectos raciais, podemos destacar alguns aspectos produtivos da raça Santa Inês que envolvem, a boa habilidade materna, capacidade de produção de leite e velocidade de crescimento satisfatório. Ao mesmo tempo, esses animais apresentam um potencial positivo para produção, e mesmo não sendo sua produtividade igual a das raças especializadas, já é bastante expressiva (Mexia et al., 2004). Vale ressaltar, o aspecto biológico, permitindo a raça Santa Inês constituir um material genético novo e ainda pouco conhecido, necessitando de melhoria genética, principalmente, quanto à qualidade da carcaça e exigências nutricionais (Araujo e Simplício, 2000).

2. Aspectos relacionados ao crescimento animal

Nos sistemas de exploração animal tem-se buscado o melhor entendimento dos mecanismos envolvidos no crescimento e desenvolvimento animal, para obtenção e conhecimento do peso ideal de abate, como também, do desenvolvimento dos componentes corporais. Vale ressaltar que conforme Hammond (1966) o crescimento é definido como o processo que leva ao aumento de peso corporal até alcançar o tamanho adulto, processo esse ocasionado pela multiplicação celular (hiperplasia) e aumento no tamanho das células (hipertrofia). O acompanhamento do peso e ganhos de peso do animal em diferentes fases da vida é importante, nesse sentido, para representar o crescimento do indivíduo. O desenvolvimento conceitua-se como sendo o processo envolvido na forma e no aumento do volume das células para que os componentes corporais possam atingir sua plena

funcionalidade (Owens et al., 1995). Ambos estão intimamente relacionados, todavia, evidenciam-se equívocos de contextualização em conceituarem-se as terminologias.

O crescimento do animal, de acordo com Lawrence e Fowler (2002), ocorre das extremidades ao centro corpo, processo denominado como ondas de crescimento. Ao nascer, se desenvolvem primariamente, essas ondas permitem o desenvolvimento da cabeça e se estende ao longo do tronco. Secundariamente, o crescimento ocorre nas extremidades e ascende pelo corpo, tendo, portanto, a região do lombo com a última costela, desenvolvimento tardio. Nesse tocante, o crescimento apresenta características alométricas, ou seja, o crescimento dos diferentes componentes corporais possui distintas velocidades.

Conforme descrição de Lawrence e Fowler (2002), o primeiro tecido a ser depositado e cessar seu crescimento é o tecido nervoso, seguido pelos tecidos ósseo, muscular e por último o tecido adiposo. Portanto, o teor de gordura corporal, particularmente na carcaça, aumenta com o avançar da idade do animal. É importante frisar ainda, que dentro de cada tecido, o desenvolvimento pode ser precoce, médio ou tardio, dependendo da localização no corpo, por meio de modificações na forma e composição corporal de acordo com o amadurecimento do animal em resposta às atuais e futuras necessidades fisiológicas (Owens et al., 1993). Dessa maneira, o maior acúmulo de gordura na carcaça do animal deve-se a maior deposição do tecido adiposo em idades mais avançadas do animal. Pode-se simplificar a curva de crescimento dos animais quando alimentados adequadamente como sendo uma curva em formato sigmoide. A visualização desse formato mostra-se adequado para a compreensão das etapas de do crescimento ao longo da vida produtiva dos animais, objetivando traçar estratégias de arraçamento ou maximizando a exploração animal durante essa fase. Torna-se importante enfatizar que os modelos envolvidos no crescimento animal têm observado e analisado variáveis importantes durante a etapa e que podem contribuir para uma melhor compreensão dessa curva. Os modelos são baseados em função da idade e do tempo, sendo dessa maneira, gerada uma curva de crescimento característica para o indivíduo. A partir dessa condição, pode ser estabelecida a curva de crescimento que é representada por três fases.

O primeiro momento, designado como fase inicial de crescimento, destaca-se por uma intensa aceleração do crescimento. Nessa fase, a taxa de ganho de peso aumenta até o animal alcançar a puberdade. É uma fase de crescimento precoce, onde o crescimento é linear e quase constante, muito importante para ser explorada. Em seguida, a taxa de crescimento diária começa a declinar gradualmente chegando a zero, quando o animal atinge o peso corporal adulto, quando o animal alcança a puberdade. Aspectos fisiológicos devem ser estudados para

esclarecer o que ocorre com o animal ao longo dessas etapas. Uma das principais abordagens realizadas envolve a substituição dos hormônios do crescimento por hormônios da reprodução quando o animal atinge a puberdade. A partir desse ponto, e em função de mudanças fisiológicas, o ganho de peso animal e a composição tecidual são modificados, ocorrendo maior deposição de tecido adiposo no corpo, resultando em mudanças na conformação do indivíduo.

Uma avaliação da curva de crescimento animal dentro dos sistemas de exploração animal pode dar subsídios para alavancar a produção no setor pecuário, tendo em vista maiores produções de carcaças e cortes comerciais com maior relação músculo/osso e músculo/gordura, principalmente pelo conhecimento do ponto em que em que o crescimento muda da fase de auto aceleração para a auto inibição e em ovinos inicia-se a partir dos cinco meses nas raças deslanadas e especializadas para carne (Souza et al., 2003). Esta fase permite obter vantagens por possibilitar melhor conversão alimentar e favorecer maior eficiência biológica dos sistemas de exploração tendo em vista que a deposição de peso na forma de músculo é cerca de quatro vezes a deposição de gordura (Owens et al. 1995).

3. Exigências nutricionais

3.1. Consumo de nutrientes por ovinos

Para a realização de estudos quanto às exigências nutricionais dos animais, um dos primeiros aspectos que devem ser estudados corresponde a ingestão de matéria seca pelos animais, pois o consumo de matéria seca está diretamente relacionado a resposta animal, nesse caso, exemplificado pelo desempenho dos animais, estabelecendo o aporte de nutrientes que são ingeridos pelos animais e que são importantes para atender os requisitos nutricionais. Além disso, exerce importância também para a formulação de dietas com a finalidade de prevenir a sub ou superalimentação e para promover a utilização mais eficiente de nutrientes (Silva, 2010).

Avaliações de consumo e digestibilidade dos nutrientes dietéticos tornam-se importantes no estudo dos alimentos, pois permitem conhecer os alimentos quanto a seu valor nutricional e calcular quantidades aparentemente absorvidas (Ítavo et al., 2002), todavia, vale ressaltar que as características físicas e químicas do alimento podem afetar positivamente ou negativamente a ingestão (Yamamoto et al., 2007). A determinação da digestibilidade dos

nutrientes dietéticos constitui um dos principais parâmetros para a avaliação do valor nutritivo de alimentos consumidos pelos ruminantes e que medidas de digestibilidade servem para qualificar os alimentos quanto ao seu valor nutritivo, expressa pelo coeficiente de digestibilidade, que indica a quantidade percentual de cada nutriente do alimento que o animal tem condição de utilizar (Orskov, 1990).

Ressalta-se a existência de fatores reguladores do consumo de alimentos pelos ruminantes e estão relacionados ao efeito direto da dieta, como: distensão da parede do rúmen, pH ruminal, concentração de ácidos orgânicos e metabolismo animal (Allen, 2000). Segundo Mertens (1994), a regulação do consumo voluntário tem sido descrito por três mecanismos: o psicogênico, que envolve o comportamento do animal diante de fatores inibidores ou estimuladores relacionados ao alimento ou ao ambiente; o fisiológico, onde a regulação é dada pelo balanço nutricional e o físico, relacionado com a capacidade de distensão do rúmen do animal.

No estudo realizado por Alves et al. (2003) avaliando três níveis de energia na dieta para ovinos da raça Santa Inês machos não-castrados, com idade média de seis meses e com 20 kg de peso vivo sobre o consumo de nutrientes, os autores não verificaram diferenças para a ingestão de matéria seca sendo constatados valores de ingestão de matéria seca de 0,88 kg/dia, 3,33% de PV; e 75,52g/UTM, ressaltando-se que os resultados ficaram aquém do recomendado pelo NRC (1985). A explicação para os resultados está associada ao efeito dos teores de FDN da dieta. As dietas com densidade energética baixa (elevado teor de FDN=58,30%) podem ter influenciado a redução na ingestão de matéria seca pelos animais, em virtude da limitação provocada pelo enchimento do rúmen-retículo. Houve aumento da ingestão de energia metabolizável em função da concentração dietética. Contudo, a ingestão máxima de energia foi de 2,45 Mcal/dia. Esse resultado foi inferior ao estabelecido pelo NRC (1985) e AFRC (1993) para taxas de ganho em peso de 300 g/dia.

No estudo realizado por Costa et al. (2013) trabalhando com cordeiros Santa Inês em crescimento em um ambiente tropical com quatro meses de idade e com 19,5kg de peso vivo e ganho de 200g/dia, com o objetivo de avaliar nutricionalmente dietas formulada de acordo com o NRC (1985) e NRC (2007), os autores observaram que o consumo de matéria seca ($\text{g/kg PV}^{0.75}$) não foi influenciado pelas dietas experimentais, como também, o consumo de energia metabolizável. O NRC (2007) recomenda para cordeiros em crescimento um consumo de matéria seca de 64,5 $\text{g/kg PV}^{0.75}$, valores inferiores aos obtidos no ensaio experimental dos autores, de 98,4 $\text{g/kg PV}^{0.75}$.

3.1.1. Composição corporal de pequenos ruminantes

Os estudos envolvidos na avaliação da composição corporal dos animais podem ser realizados utilizando diferentes métodos, dos quais se destacam o método direto e o indireto. O método indireto é usado para prever a composição dos animais através de parâmetros de fácil obtenção, de forma que esse método permite prever a composição de animais vivos ou na carcaça e partes da carcaça, ao passo que o método direto são avaliados os constituintes químicos e físicos do corpo do animal utilizando técnicas de separação e dissecação (Cezar e Sousa, 2007). Dentre os principais métodos utilizados para determinar a composição corporal dos animais, destacam-se a análise química dos tecidos, gravidade específica da carcaça, gravidade específica da seção das costelas (9^a a 11^a), radioisótopos (técnicas de diluição) e ultrassonografia. Todavia, os métodos diretos, a partir da análise química dos tecidos, são mais eficientes para a determinação da concentração dos nutrientes no corpo do animal.

Para a realização dos estudos de exigências nutricionais, a técnica do abate comparativo é a mais utilizada. Nesse caso, a energia retida no corpo animal é quantificada avaliando-se a composição corporal inicial de um grupo de animais que representam os animais experimentais e a composição dos animais no final do ensaio experimental. Ao início do experimento é abatido um grupo de animais, denominados de animais referência, para estimativa da composição corporal inicial em relação aos grupos de animais remanescentes. O estudo da composição corporal do animal pelo abate comparativo dará suporte para predição da energia metabolizável de manutenção e produção por diferença entre o consumido e o retido no corpo do animal. A determinação dos conteúdos corporais de energia é realizada pelo produto dos conteúdos corporais de proteína e gordura nos constituintes corporais dos animais (órgãos, vísceras, sangue, carcaça e no couro) e multiplicando-se as quantidades pelos seus respectivos equivalentes calóricos (ARC, 1980). Os conteúdos líquidos de energia, gordura e proteína retidos no corpo dos animais são estimados por meio do ajuste de equações de regressão do conteúdo corporal de energia e proteína em função do peso de corpo vazio (PCVZ), segundo técnica proposta por (Lofgreen e Garrett, 1968) e descrita na metodologia do trabalho.

De acordo com o ARC (1980) inúmeros fatores exercem influência sobre a composição corporal de ovinos, entre os quais podem ser citadas as condições fisiológicas do animal como crescimento, gestação ou lactação, o sexo, a raça, o nível nutricional ao quais os animais estão submetidos, a idade e o peso corporal. Os estudos envolvidos na determinação da composição corporal dos animais são importantes, pois dão importante subsídio para

avaliar os alimentos, como também, compreender a dinâmica de crescimento animal e possibilita a partir dessas informações estimarem as exigências nutricionais dos animais (Putrino et al., 2006). Diante disso, Resende (2009) destacou a importância de conhecer a composição corporal dos animais, como também, os valores de proteína e energia nos tecidos ganhos e as mudanças no custo de energia para a deposição de proteína ou gordura, bem como, as taxas de deposição nos tecidos em diferentes idades e peso corporal.

3.1.2. Exigências nutricionais de pequenos ruminantes

A estimativa das exigências nutricionais de pequenos ruminantes são importantes por contribuírem para a melhoria da elaboração de dietas que atendam as demandas de nutrientes exigidos pelos animais nos sistemas de exploração. No Brasil, a formulação de dietas para pequenos ruminantes ainda é realizada por recomendações feitas por sistemas de alimentação internacionais que podem contribuir para um desbalanço no aporte de nutrientes aos animais. Dentre os principais sistemas internacionais de alimentação existentes tocantes à exigência de pequenos ruminantes e que são empregados no Brasil destacam-se o sistema inglês (ARC, 1980; AFRC, 1993), o australiano (CSIRO, 2007) e o sistema estadunidense (NRC, 1985, 2007), o que pode gerar problemas, decorrentes das diferenças climáticas, genéticas e quanto aos alimentos usados nesses países e aquelas verificadas no Brasil (Cabral et al., 2008).

Os estudos referentes ao metabolismo energético dos animais nas condições brasileiras ainda são escassos, dificultando assim, o estabelecimento de planos nutricionais adequados para as principais categorias que compõem os sistemas de produção nacional. Além disso, as informações obtidas a partir dos trabalhos desenvolvidos relatam valores variados, dificultando a elaboração de uma tabela nutricional para as condições de produção brasileira. Para a obtenção dos resultados, algumas metodologias são propostas para a realização dos estudos de metabolismo energéticos dos animais, podendo assim obter-se adequadamente estimativas dos requisitos nutricionais de energia de ruminantes. Nesse sentido destacam-se três metodologias: Experimentos de longa duração; os métodos Calorimétricos (direto ou indireto) e o abate comparativo. Dentre essas metodologias, a mais difundida no Brasil é a técnica de abate comparativo (Logfreen e Garrett, 1968). Essa técnica foi adotada pelo sistema californiano de energia líquida e possui a vantagem sobre o método calorimétrico de permitir a determinação das exigências em condições mais próximas às de exploração dos animais (Fontes et al., 2005).

O método fatorial é adotado para os estudos envolvidos na determinação das exigências dos animais. Tem como base principal, fracionar as necessidades nutricionais dos nutrientes fornecidos para a manutenção, crescimento e produção, gestação e lactação, representando assim, uma importante ferramenta para a compreensão do metabolismo e partição energética dos animais. Diante disso, as exigências nutricionais dos animais tanto em energia é dividida tanto para o atendimento da manutenção quanto para a produção dos animais segundo (Lofgreen e Garret, 1968). As exigências totais = Exigências para manutenção + Exigências para ganho + Exigências para gestação + Exigências para lactação.

Nos sistemas de produção de ovinos, considerando os animais deslanados, o estabelecimento das necessidades nutricionais segue critérios específicos que envolvem diversos fatores considerados nos estudos e que afetam o requisito de energia pelo animal e estão relacionados com condições ambientais, raça, sexo, idade, composição corporal e alimentos disponíveis (AFRC, 1993). O conhecimento desses fatores é fundamental para o sistema produtivo em condições tropicais estabelecendo assim, informações nutricionais condizentes com as condições brasileiras.

O cálculo dos requisitos dietéticos de energia é obtido por meio do conhecimento da eficiência de utilização. Esse conceito de eficiência refere-se ao aproveitamento e uso dessa energia no organismo animal, de modo que, a eficiência de uso da energia mostra em qual proporção a energia metabolizável foi transformada em energia líquida. A partir disso, os valores de energia líquida de manutenção (EL_m) podem ser convertidos em exigências de energia metabolizável para manutenção (EM_m) (Lofgreen e Garret, 1968). Dessa maneira, a exigência de energia metabolizável passa a ser: Exigências totais de EM = $EL_m/k_m + EL_g/k_g + EL_{gest}/k_{gest} + EL_l/k_l$, onde: EM = Energia Metabolizável; EL_m = Energia líquida para manutenção; EL_g = energia líquida para ganho; EL_{gest} = Energia líquida para gestação; EL_l = Energia líquida para lactação.

O ARC (1980) trabalha com um fator de qualidade da dieta, denominado de metabolizabilidade da dieta, que corresponde a relação entre a energia bruta do alimento e a ingestão de energia metabolizável ($q = CEM \times CEB$) x 100). A metabolizabilidade estabelece quanto da energia bruta do alimento será convertida em energia metabolizável pelos animais. Ao considerar-se essa relação, é possível calcular a eficiência de utilização da energia para as diferentes funções produtivas dos animais:

Função	Eficiência de utilização
Mantença (k_m)	$0,35q_m + 0,503$
Crescimento (k_g)	$0,78q_m + 0,006$
Lactação (k_l)	$0,35q_m + 0,420$
Gestação (k_{gest})	$0,133$

Fonte: ARC (1980); q_m = metabolizabilidade da dieta

A energia é essencial à vida e para as funções produtivas dos animais e sua quantificação nos alimentos é importante para o adequado atendimento das necessidades nutricionais (Cabral et al., 2006). Sob esse aspecto, as diferentes unidades utilizadas para a determinação de energia dizem respeito ao fato de que a energia pode ser medida tanto em termos de trabalho ou calor, sendo as mais utilizadas o joule e calorias. Conforme destacaram Lawrence e Fowler (1997), a unidade de calor usada para descrever a capacidade de rendimento de energia do alimento sobre uma combustão completa foi o teor calórico, de forma que a definição das calorias é a quantidade de calor trocado quando a massa de um grama de água passa de 14,5°C para 15,5°C. Os alimentos quando oxidados em calorímetros (bomba calorimétrica) convertem a energia química contida nos alimentos em energia calórica, sendo o determinante primário do conteúdo de energia bruta de uma substância orgânica.

De maneira geral, o conteúdo de energia contida no alimento é equivalente ao somatório da perda energética fecal (EF), urinária (EU) e gasosa (EG), da produção de calor (PC) e da energia retida (ER). Todavia, a energia ingerida não é totalmente aproveitada pelo animal e as perdas oriundas nos processos fazem com que haja pouca relação com o disponível para o animal em virtude das perdas ocorridas durante a digestão, fermentação e metabolização. Em virtude das perdas da energia ingerida, a quantidade de energia restante será absorvida e metabolizada pelo animal. Essa energia é denominada a partir do consumo de energia metabolizável, resultando em produção de calor ou retenção energética e são influenciados pela espécie animal, composição da dieta, nível de consumo e interações entre esses fatores.

$$CEM = EBI - (EF+EU+EG) \text{ ou } CEM = PC + ER$$

Na Figura 1 a seguir é demonstrado o processo de partição energética conforme o NRC (1981).

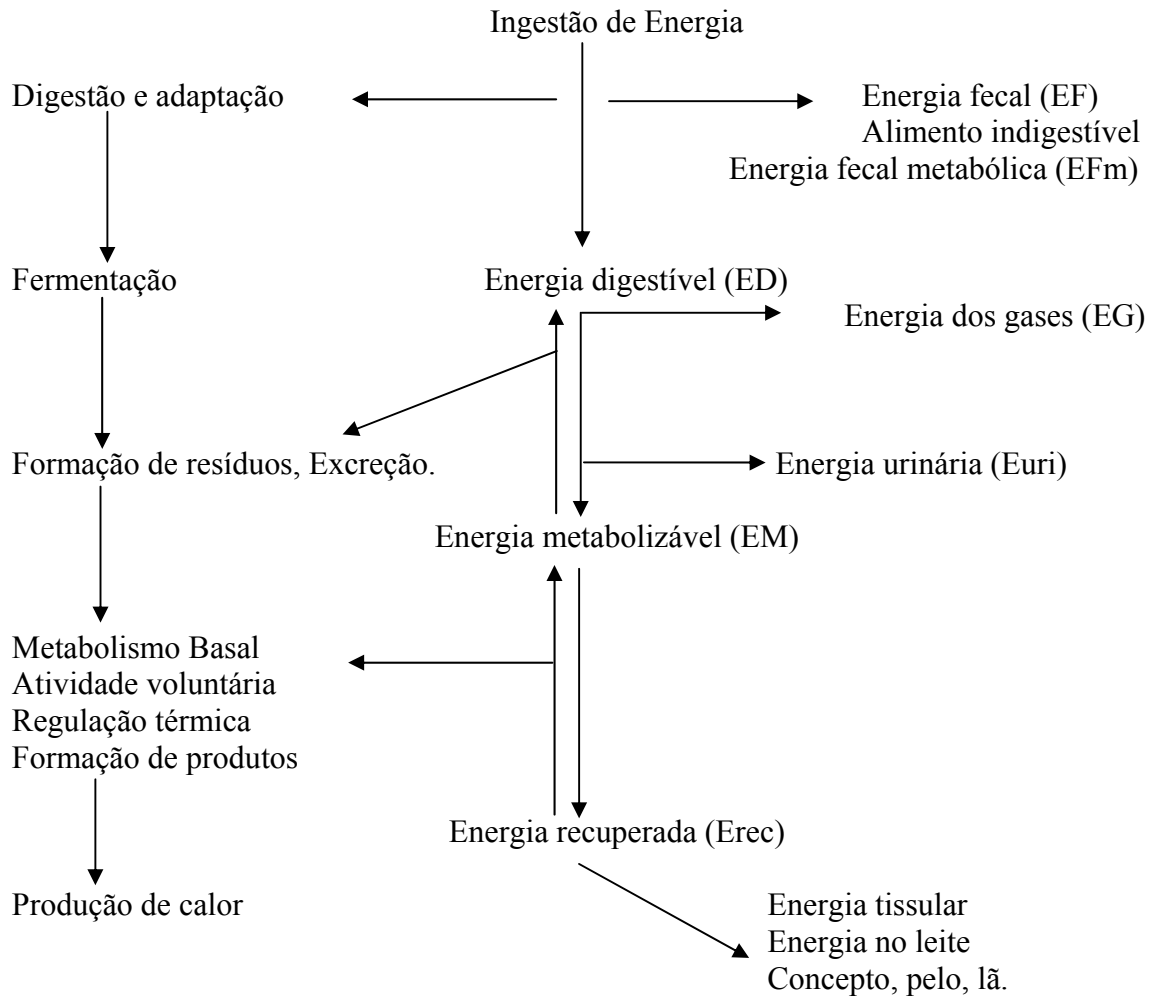


Figura 1. Esquema da partição da energia no animal (NRC, 1981).

A aplicação das leis da termodinâmica, estabelecidas por Lavoisier, nos ensaios de metabolismo animal é fundamental para a compreensão da nutrição energética dos animais e ensaios experimentais. A primeira lei da termodinâmica considera que a energia não pode ser criada nem destruída, mas pode ser transformada a partir de uma forma para outra. A aplicação dessa lei permite compreender e torna-se importante para os cálculos utilizados na alimentação animal. Baseado nisso, duas entidades descritas a seguir podem ser medidas, permitindo que o terceiro seja calculado por diferença (Ferrel e Oltjen, 2008).

$$EM = ER + PC$$

EM = Energia metabolizável que corresponde a energia consumida subtraída das perdas por excreção nas fezes, urina ou gases;

ER = Energia retida, energia depositada nos tecidos animais ou produtos,

PC = Produção de calor. Corresponde a energia térmica associada ao calor gerado pelo o animal.

A segunda lei da termodinâmica afirma que todas as formas de energia podem ser quantitativamente convertidas em calor, também denominada de lei de Hess. A lei de Hess propõe que o calor perdido em uma reação química é independente do caminho e são as bases para todas as medições feitas na nutrição energética. Estas leis destacam que, por exemplo, a quantidade de calor medido e libertado a partir da oxidação total de 1g de carboidrato até CO_2 e H_2O em uma bomba calorimétrica, será a mesma liberada quando 1g de carboidrato é totalmente oxidado por um animal (Ferrel e Oltjen, 2008).

Os mamíferos em geral mantêm o equilíbrio orgânico, também denominado homeostase, embora as condições ambientais variem. A homeotermia é a homeostase térmica, isto é, a propriedade que alguns animais (aves e mamíferos), bem como o homem, possuem de manter a temperatura corporal constante, ou variando dentro de estreitos limites, enquanto a temperatura externa tem variações apreciáveis. Os mecanismos bioquímicos e fisiológicos são dependentes da temperatura corporal, podendo ser citado como exemplo o metabolismo celular, a frequência cardíaca, a frequência respiratória, os processos digestivos, etc. O balanço entre os mecanismos de produção e perda de calor faz com que a temperatura corporal permaneça estável, sendo regulada por meio de mecanismos fisiológicos e comportamentais, sempre que o centro termorregulador detecta variações do ambiente térmico, ou seja, da temperatura, umidade relativa, velocidade do ar e da intensidade de radiação solar (Barbosa e Silva, 1995).

A energia química obtida pela ingestão e oxidação de nutrientes serve de referencial para a realização de inúmeras atividades metabólicas no organismo animal. A energia química contida nas ligações C-H dos carboidratos, lipídios e proteínas é liberada por oxidação desses substratos dentro das células, numa série de passos bioquímicos que ocorrem no citosol e nas mitocôndrias, conhecidos como metabolismo intermediário. O metabolismo corresponde ao somatório de todas as transformações químicas que ocorrem em uma determinada célula ou organismo e compreende uma série de reações catalisadas enzimaticamente, constituindo as vias metabólicas (Nelson e Cox, 2010).

A produção de calor no organismo animal surge de um processo de não aproveitamento do substrato ingerido (perda de energia), indicando que nem toda a energia consumida pelo animal será utilizada. O somatório das perdas ao longo desse processo de partição energética resulta na energia metabolizável usada com diferentes eficiências para a manutenção das atividades do organismo e produção. A produção de calor no organismo pode ser realizado por duas maneiras: A primeira envolve a síntese de ATP e segunda, hidrólise de ATP. Alguns autores discutem a eficiência dos processos termodinâmicos envolvendo a síntese e hidrólise de ATP pelo organismo. Na síntese, essa eficiência alcança cerca de 65%, com os demais 35% resultante da oxidação dos nutrientes sendo liberados na forma de calor. O processo de hidrólise de ATP apresenta eficiência menor, cerca de 40%, sendo essa hidrólise associada aos processos biológicos (trabalho celular) (Bianco, 2000).

3.1.3. Requisitos nutricionais de energia para manutenção de pequenos ruminantes

As exigências de energia para manutenção podem ser definidas como a quantidade de energia necessária para a manutenção da massa corporal. Essa condição reflete à produção de calor de um animal mantido em ambiente termoneutro quando a ingestão de energia metabolizável está em balanço com a perda de calor. Nesse estado, o animal encontra-se alimentado e não apresenta modificação em sua condição corporal. Segundo Gonzaga Neto et al. (2005), torna-se necessário um aporte energético para a manutenção corporal dos animais em produção, tornando a energia o ponto mais crítico na formulação de ração para ruminantes. Sob esse aspecto, Ferrell e Jenkins (1985) relataram que 65 a 70% da energia metabolizável ingerida pelo animal é necessária para atender as funções de manutenção. A energia líquida requerida para manutenção é, por definição, a quantidade de energia equivalente a produção de calor do animal em jejum do animal e é mensurada pelo logaritmo da produção de calor em função do consumo de energia metabolizável e extrapolando para zero de ingestão de energia metabolizável (Logfreen e Garrett, 1968) (Figura 2).

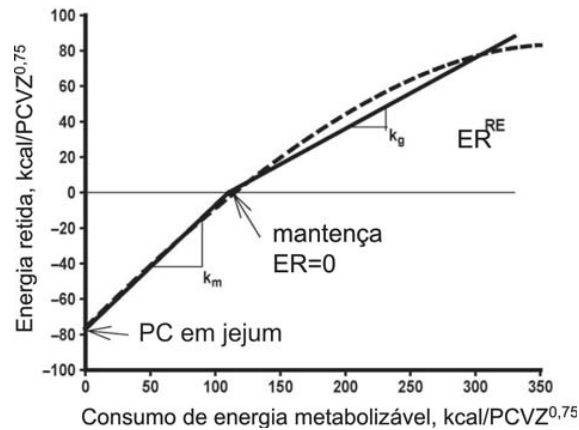


Figura 2. Relação entre a energia retida (ER) no corpo do animal e o consumo de energia metabolizável. A linha tracejada mostra a curvilinearidade entre ER e EM e foi derivado da relação entre a produção de calor e log da ingestão de EM (Garrett, 1980). As linhas sólidas mostram aproximações lineares (NRC, 1981).

Torna-se importante frisar que a energia metabolizável para manutenção é sempre maior que o metabolismo basal, pois os processos de digestão, alimentação e metabolismo dos nutrientes necessitam de energia e essa aparece na forma de calor. Nesse caso, a produção de calor corresponde à soma do metabolismo basal, incremento calórico e calor das atividades. No caso de não ocorrer ingestão de alimentos, o incremento calórico é igual a zero e os componentes da produção de calor são o metabolismo basal e o calor de atividade voluntárias do animal que corresponde à exigência líquida de manutenção dos animais (Blaxter, 1962). No metabolismo basal, a mínima produção de calor é necessária para que ocorram os processos vitais do animal, sendo necessário que esteja em jejum e em repouso. A mensuração deve ser feita em ambiente termoneutro e em estado pós-absortivo. O metabolismo basal ou taxa metabólica basal é usada para manter a atividade celular vital, respiração e circulação sanguínea.

Estudos tem sido conduzidos no Brasil para estabelecer as necessidades energéticas dos animais nas nossas condições específicas. Estudos realizados por diferentes autores destacam que os resultados obtidos têm variações em relação aos preconizados pelos sistemas internacionais, principalmente em função de condições ambientais e de alimentação. Vários fatores podem exercer efeito sobre a exigência animal, destacando-se o clima, atividade voluntária, idade, sexo e genótipo. A seguir estão apresentados alguns valores de ELM de diferentes ensaios experimentais. Para pequenos ruminantes os principais comitês de determinação das exigências nutricionais relatam valores que estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 2. Valores de exigências de energia líquida para manutenção de estudos envolvendo ovinos em condições semiáridas brasileiras confinados e dados obtidos por ensaios calorimétricos

Autor	ELm (kcal/kg ^{0,75})	Raça
ARC (1980)	62,2	-
NRC (1985)	56	-
AFRC (1993)	64,9	-
CSIRO (2007)	66	-
Ovinos confinados		
Galvani et al. (2008)	58,60	11/16 Texel 5/16 Ile de France
Santos et al (2002)	54,7	Cordeiros Bergamácia
Chandramoni et al (2000)	54,1	Cordeiros Muzaffarnagari
Silva et al (2003)	75,04	Ile de France x Ideal
Regadas Filho (2008)	50,72	Cordeiros Santa Inês
Gonzaga Neto et al (2005)	52,49	Morada Nova
Silva (1999)	50,00	Cordeiros Santa Inês
Dados de calorimetria		
	69,7	½ Columbia ¼ Hampshire ¼ Suffolk
	72,6	Suffolk
	71,3	Rambouillet
	72,6	½ Finnsheep ¼ Suffolk ¼ Targhee
	68,3	½ Finnsheep ¼ Dorset ¼ Rambouillet
	74,6	Dorset
	72,7	Finnsheep

As exigências de energia também podem ser determinadas pela calorimetria indireta, onde a produção de calor metabólico é baseada no princípio da oxidação de compostos orgânicos, de forma que, se os compostos orgânicos fossem totalmente oxidados, a produção de calor seria determinada pela quantidade de oxigênio consumido e gás carbônico produzido, contudo, deve-se considerar a oxidação incompleta da proteína e o metano produzido. A seguinte equação é utilizada para calcular a produção de calor: $PC = (3,866 \times O_2) + (1,200 \times CO_2) - (0,518 \times CH_4) - (1,431 \times Nu)$, onde: PC em Joules é a produção de calor; O_2 corresponde ao oxigênio consumido; CO_2 e CH_4 são dióxido de carbono e metano produzidos e N é o nitrogênio excretado na urina (Brouwer, 1965).

Os ensaios de determinação de produção de calor em pequenos ruminantes são realizados em câmara respirométrica de acrílico transparente com desumidificadores de ar, fluxômetros de massa, cilindros com gases padrões e analisadores de O_2 , CO_2 e CH_4 com os animais sendo submetido a jejum de sólidos por 48 h, a fim de se determinar as exigências de energia líquida para manutenção como também a eficiência de utilização da energia metabolizável em condições de manutenção.

A mensuração da produção de calor trata-se de um método não invasivo que determina as necessidades nutricionais e a taxa de utilização dos substratos energéticos a partir do consumo de oxigênio e da produção de gás carbônico obtidos por análise do ar inspirado e expirado pelos pulmões (Blaxter, 1964). Nessa técnica se mede a transferência de calor do organismo para o meio ambiente, sendo calculada a partir dos equivalentes calóricos do oxigênio consumido e do gás carbônico produzido. Admitindo-se que todo o oxigênio consumido é utilizado para oxidar os substratos energéticos e que todo o gás carbônico produzido é eliminado pela respiração, portanto, é possível calcular a quantidade total de energia produzida (Kleiber, 1974).

A relação do CO₂ produzido e O₂ consumido é definida como quociente respiratório que, de acordo com (Green, 1994) baseia-se nos princípios de que não existe uma reserva apreciável de oxigênio no organismo e que o oxigênio consumido corresponde a oxidação dos nutrientes e que toda a energia química no organismo é proveniente da oxidação de carboidratos, gorduras e proteínas. Para cada substrato a ser oxidado, diferentes quocientes respiratórios são encontrados variando entre 0,7, durante a oxidação de gordura, e 1 quando apenas há oxidação de carboidratos (Kleiber, 1974). Algumas condições em particular são importantes de serem destacadas para explicar como o processo metabólico afeta o metabolismo energético em ruminantes, principalmente nas diferenças entre as técnicas empregados para a avaliação do metabolismo energético nos animais.

No trabalho realizado por Galvani et al. (2008) ao estudar a exigência e eficiência de utilização da energia por cordeiros Texel e Ile de France não castrados e em confinamento e alimentados com silagem de sorgo e concentrado (milho e farelo de soja) obtiveram ELM de 58,60 kcal/kg^{0,75}. A elevada proporção de massa muscular apresentada pelos animais utilizados no estudo deveria, a princípio, resultar em incremento das exigências de manutenção dos mesmos, todavia, o resultado obtido por esses autores foi inferior aos preconizados pelos comitês (ARC 1980, CSIRO, 2007). É importante destacar que o conteúdo proteico dos órgãos que compõem o trato gastrointestinal (TGI) e do fígado, juntos, representa apenas cerca de 7 a 8% da massa proteica corporal, sendo esses órgãos responsáveis por até 50% da síntese proteica diária no corpo animal e, conseqüentemente, por uma fração significativa das exigências energéticas de manutenção.

Ao estudarem as exigências líquidas de proteína e energia para a manutenção de cordeiros em região tropical, Silva et al. (2003) estimaram que a ELM de cordeiros Ile de France x Ideal equivalente a 75,04 kcal/kg^{0,75}/dia. Estes autores, contudo, utilizaram dietas com diferentes relações volumoso:concentrado (40:60; 60:40; 80:20) para obtenção de

diferentes níveis de consumo. Como resultado, o nível mais baixo de ingestão de EM foi, aproximadamente, 1,5 vezes superior à manutenção, e a redução da quantidade de energia despendida para manutenção dos processos vitais pode não ter alcançado a mesma magnitude daquela observada no estudo anterior. No mesmo aspecto, Santos et al. (2002) ao estudarem as exigências de energia líquida para manutenção de cordeiros Bergâmacia machos, inteiros, com peso vivo inicial médio de 35 kg e abatidos aos 45 kg em manejo *ad libitum* e restrito obtiveram valores de exigência de energia líquida para manutenção estimada para esses animais de $54,73 \text{ kcal/kg}^{0,75}$.

Regadas Filho (2008) ao estudar o efeito de diferentes níveis de energia metabolizável (2,08; 2,28; 2,47 e 2,69 Mcal/kg MS) sobre as exigências de energia líquida de manutenção de ovinos Santa Inês em crescimento, não-castrados, com idade e peso corporal médio de 50 dias e 13,0 kg em que o peso de abate foi determinado em 28 kg, verificaram que a exigência de energia líquida de manutenção foi de $50,72 \text{ kcal/kg PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$. O valor obtido pelo autor para a exigência de energia líquida para manutenção de ovinos Santa Inês foi inferior ao preconizado pelos principais sistemas de avaliação de alimentos e requerimentos nutricionais. No mesmo aspecto, Gonzaga Neto et al. (2005) realizaram um estudo para determinar as exigências nutricionais de energia para manutenção e ganho de peso de ovinos Morada Nova com peso vivo de 30 cordeiros com peso vivo (PV) médio inicial de 15 kg. Os animais foram abatidos aos 15 kg, seis aos 20 kg (abate intermediário) e os demais foram distribuídos em seis grupos (um para cada dieta) de três animais, de acordo com a relação volumoso:concentrado: 40:60, 55:45 e 70:30. Os cordeiros em cada grupo foram abatidos quando o que recebia a dieta com maior teor de concentrado atingiu 25 kg de PV. Nesse estudo, a exigência líquida de energia para manutenção estimada foi de $52,49 \text{ kcal/kg}^{0,75}$ de PCV. Já Silva (1999) relataram valores de energia líquida para manutenção de $50 \text{ kcal/kg}^{0,75}$ de PCV.

3.1.3. Requisitos nutricionais para crescimento e ganho

As exigências nutricionais referentes ao ganho de peso são obtidos por meio da análise química do corpo do animal associada a eficiência de utilização dos nutrientes ingeridos e que são depositados (Castillo et al., 1995). Na partição e utilização da energia por ruminantes, grande proporção dessa energia ingerida pelo animal é usada para suprir as demandas de manutenção corporal (Gonzaga Neto et al., 2005). Sob esse aspecto, Ferrell e Jenkins (1985) relataram que 65 a 70% da energia metabolizável ingerida pelo animal é necessária para atender as funções de manutenção. Diante disso, as exigências nutricionais energéticas dos

animais podem ser divididas tanto para o atendimento da manutenção quanto para a produção dos animais (Lofgreen e Garret, 1968). Contudo, é importante frisar que no Brasil ainda não foi estabelecido um sistema de determinação de exigências nutricionais para ovinos, de forma que a elaboração de dietas ainda é feita a partir de tabelas internacionais como o NRC (1985 e 2007) e AFRC (1993), o que pode gerar problemas, decorrentes das diferenças climáticas, genéticas e quanto aos alimentos usados nesses países e aquelas verificadas no Brasil (Cabral et al., 2008).

A exigência de energia para ganho/crescimento é definida como a quantidade de energia que deve ser fornecida ao animal para proporcionar aumento no peso corporal. Nesse sentido, denomina-se de energia líquida para ganho de peso, a energia retida no tecido depositado no ganho de peso animal, tendo relação com a composição química do tecido ganho (NRC, 1996). A energia líquida para ganho de peso corresponde ao valor energético dos tecidos depositados nos tecidos do corpo do animal, ou seja, é determinado pelo valor de energia bruta depositada como gordura e proteína no corpo (Garrett et al., 1959). Para isso é importante conhecer e aplicar o valor energético de gordura e proteína, 9,4 kcal/g e 5,6 kcal/g respectivamente.

$$\text{Energia retida (kcal)} = (9,4 \times \text{gordura} + 5,64 \times \text{proteína})$$

Nesse aspecto, tem-se a energia líquida para crescimento equivalente a energia retida, ou seja, $ELg = ER$. A produção de calor é aquela gerada pela manutenção e aquela produzida durante o crescimento. Para a estimativa, a avaliação é feita a partir da diferença entre a composição corporal dos animais em diferentes intervalos de peso, estimada através da equação que leva em consideração a composição corporal dos animais (ARC, 1980). A eficiência de energia líquida para ganho ou funções produtivas tais como gordura e proteína é definida como k_g , Representado pelo coeficiente de regressão entre a retenção de energia ($\text{kcal/kg}^{0,75}$ /dia) e o consumo de energia para ganho de peso ($\text{kcal/kg}^{0,75}$ /dia) obtido pela diferença entre CEM e EMm.

$$EMg = ELg / k_g$$

ou

$$k_g = ER / CEM - EMm$$

As diferenças existentes na composição corporal dos animais decorrem de alteração no animal durante o ganho de peso que favorecem uma modificação estrutural da deposição de nutrientes no corpo durante o ganho de peso. Dessa maneira, à medida que a idade avança, há aumento no peso do corpo vazio e nas exigências para o ganho (ARC, 1980). Ao longo do crescimento animal, em especial no início do crescimento, a composição do corpo animal é predominantemente composta por mais água em relação a gordura, ao passo que, as concentrações de proteína, cinzas e água diminuem com o avanço da idade e maturidade animal (Berg e Butterfield, 1976), reduzindo-se assim a quantidade de proteína depositada/kg de ganho (ARC, 1980). No trabalho realizado por Gonzaga Neto (2005) houve redução da concentração de proteína, de 181,76 para 178,74 g/kg PCVZ quando o peso dos animais aumentou de 15 para 25 kg PV ao passo que o comportamento foi contrário para a concentração de energia, de 1805,08 para 2338,42 kcal/kg de PCVZ conforme houve aumento do PV animal, provavelmente em razão da crescente deposição de gordura no corpo, induzida pelo aumento de peso.

A taxa de maturidade animal é um dos fatores importantes na avaliação das exigências para ganho. Os principais comitês de determinação de exigências para ovinos, CNCPS-S, NRC e CSIRO predizem os valores de composição do ganho em função da taxa de maturidade, que expressa a relação entre o peso corporal atual e o peso corporal à maturidade. Este peso à maturidade ou peso padrão, representa o peso médio dos animais com esqueleto completamente desenvolvido e com escore corporal 2,5 para caprinos e 2,8 a 3,0 para ovinos, estimado numa escala de 0 a 5. Sendo que para ovinos, este animal padrão deve, ainda, conter 25% de gordura no corpo vazio (CNCPS-S, 2004; NRC, 2007). As curvas de crescimento animal estabelecidas permitem descrever as alterações que ocorrem no peso animal em função do tempo e compreender os efeitos de diferentes fatores que a influenciam. Nas curvas de crescimento animal dois parâmetros são importantes, o peso adulto e a taxa de maturação. O peso adulto, também denominado peso a maturidade, compreende uma definição complicada e a metodologia para se alcançar essa denominação é difícil de ser estabelecida.

O trabalho realizado por Galvani et al. (2008) demonstrou o resultado para as exigências líquidas para ganho de peso de ovinos que, estimadas com base na composição corporal dos animais, elevaram-se com o aumento do peso e com a taxa de ganho de peso que está relacionado com o aumento do conteúdo de gordura corporal. No trabalho realizado, a reduzida taxa de deposição de gordura (intervalo entre 15 e 35 kg) os valores foram inferiores aos obtidos pelos sistemas internacionais, principalmente nos pesos mais elevados. O autor destacou ter trabalhado com animais de maturidade tardia, de maneira que, para animais com

15 kg de peso vivo, as exigências energéticas obtidas por intermédio das equações de estimativa da composição corporal preconizadas pelo ARC (1980) e pelo AFRC (1993), foram em média, 11,8% superiores aos valores observados neste estudo, diferença que se eleva para 35,8% para animais com 35 kg. O NRC (2007) dividiu os animais em grupos de animais de maturidade tardia e animais de maturidade precoce. Esse aspecto é importante para direcionar as discussões sobre as exigências nutricionais para os sistemas de exploração ovina, por exemplo. Os resultados do presente estudo são semelhantes às recomendações feitas pelo NRC (2007) propondo para animais de maturidade tardia com 30 kg de PV e GMD de 200 e 250 g, exigências de energia líquida para ganho de 420 e 530 kcal/dia, respectivamente.

No trabalho realizado por Regadas Filho (2008) avaliando as exigências nutricionais de energia de ovinos Santa Inês em crescimento observou que as exigências energéticas de ganho aumentaram com o aumento do ganho de peso animal devido o aumento do conteúdo de gordura depositada por kg de ganho. Os valores encontrados variaram de 2,94 a 4,28 Mcal/kg GPCVZ para pesos de 15 a 30 kg respectivamente. Os valores obtidos no estudo foram 21,9 e 14,4% superiores aos recomendados pelo ARC (1980) para animais de 15 e 25 kg respectivamente. Animais precoces tendem a depositar maiores concentrações de gordura no ganho de peso quando comparados com animais tardios, o que pode ocasionar a diminuição da eficiência alimentar devido à maior exigência líquida de energia para ganho de peso, fato evidenciado pelos animais no presente estudo em que os animais apresentaram uma rápida deposição de gordura em detrimento à deposição proteica. Regadas Filho (2008) destacou que o conhecimento da eficiência de uso da energia para os diferentes processos produtivos é um precedente indispensável para determinar as exigências dietéticas de energia, já que esta é obtida a partir da relação entre as exigências líquidas de energia e a eficiência de sua utilização.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. *Energy and protein requirements of ruminants*. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International. 1993. 159p.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. *The nutrient requirements of ruminants*. livestock. London: Commonwealth Agricultural Bureaux. 1980. 351p.

- ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.83, p.1598-1624, 2000.
- 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 para Ovinos Santa Inês: Características de Carcaça e Constituintes Corporais. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.32, n.6, p.1927-1936, 2003 (Supl. 2).
- ARAUJO, A.M.; SIMPLÍCIO, A.A. Melhoramento genético em caprinos e ovinos no Brasil: Importância do padrão racial. *Anais do III Simpósio Nacional de Melhoramento Animal*. Viçosa. 2000.
- BARBOSA, O. R.; SILVA, R. G. Índice de conforto térmico para ovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*., Viçosa, v. 24, n. 6, p. 874-883. 1995.
- BERG. R.T.; BUTTERFIELD, R.M. 1976. *New concepts of cattle growth*. New York: Sydney University. 240p.
- BIANCO, Antonio C.. Hormônios tireóideos, UCPs e termogênese. *Arquivo Brasileiro Endocrinologia e Metabolismo*. vol.44, n.4, p.281-289. 2000.
- BLAXTER, K. L. *The energy metabolism of ruminants*. London: Hutchinson & Company, 1964. 329p.
- BLAXTER, K.L. The fasting metabolism of adult wether sheep. *British Journal Nutrition*. v.16, p.615-626, 1962.
- BROUWER, E. *Report of Sub-Committee on Constants and Factors*. Proc 3rd Symp. On Energy Metabolism, EAAP Publ. N° 11. p. 441 – 443, 1965.
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Consumo e digestibilidade dos nutrientes em bovinos alimentados com dietas à base de volumosos tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.6, p.2406-2412, 2006.
- CABRAL, L.S.; NEVES, E.M.O.; ZERVOUDAKIS, J.T.; ABREU, J.G.; RODRIGUES, R.C.; SOUZA, A.L.; OLIVEIRA, Í.S. Estimativas dos requisitos nutricionais de ovinos em condições brasileiras. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*., v.9, n.3, p. 529-542, jul/set, 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*. n.82, p149-169, 2004.
- CASTILLO, J.G.C.; ORDÓÑEZ, Y.M.; RUELAS, A.F.C. Estimación del requerimiento energético de mantenimiento del borrego pelibuey en clima tropical. *Técnica Pecuária Mex.*, v.4, n.2, p.115-125, 1995.

- CEZAR, M.F.; SOUSA, W.H. *Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação*. Uberaba: Editora Agropecuária Tropical, 2007. 147p.
- CHANDRAMONI; TIWARI, C.M.; JADHAO, S.B.; KHAN, M.Y. Fasting heat production of Muzaffarnagari sheep. *Small Ruminant Research*, Amsterdam, v.36, n.1, p.43-47, 2000.
- COSTA, H.H.A.; ROGÉRIO, M.C.P.; MUIR, J.P.; ALVES, A.A.; GALVANI, D.B.; POMPEU, R.C.F.F.; LANDIM, A.V.; CARNEIRO, M.S.S.; CAMPOS, W.E. Nutritional evaluation of lamb diets in a tropical setting formulated according to NRC (1985) and NRC (2007) specifications. *Small Ruminant Research*. v.113. p.20–29. 2013.
- COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION - CSIRO PUBLISHING. *Nutrient requirements of domesticated ruminants*. Collingwood, Australia. 2007. 270p.
- DIENER, J.R.C. Calorimetria indireta. *Revista Associação Médica Brasileira*, v.43, n.3, p.245-253. 1997.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. Disponível em: <https://www.fao.org.br/2011>. Data de acesso: 15/10/2013.
- FERRELL, C.L.; OLTJEN, J.W. ASAS centennial paper: net energy systems for beef cattle-- concepts, application, and future models. *Journal of animal Science*. v.86. p.2779-2794. 2008.
- FERREL, C.L.; JENKINS, T.G. Cow type and nutritional environment: nutritional aspects. *Journal of Animal Science*., v.61, p.725-733, 1985.
- FONTES, C.A.A.; OLIVEIRA, R.C.; ERBESDOBLER, E.D. et al. Conteúdo de energia líquida para manutenção e ganho do capim elefante e mudanças na composição corporal de novilhos em pastejo, durante a estação chuvosa. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.5, p.1711-1720, 2005.
- GALVANI, D. B.; PIRES, C.C; KOZLOSKI, G.V. WOMMER, T.P. Energy requirements of Texel and crossbreed lambs. *Journal of Animal Science*. Savoy. v.86. n.12. p.3480-3490. 2008.
- GARRETT, W.N; MEYER, J.H, LOFGREEN, G.P. The comparative energy requirements of sheep and cattle for maintenance and gain. *Journal of Animal Science*. v.18, p.528-547. 1959.
- GARRETT, W.N. Energy utilization by growing cattle as determined in 72 comparative slaughter experiments. In: Symposium of energy metabolism, 8, Cambridge, 1980. *Proceedings...* Butterworths, London: EAAP Publ. n.28. 1980. p.3-7.
- GARRETT, W.N. Factors influencing energetic efficiency of beef production. *Journal of Animal Science*, v.51, n.6, p.1434-1440, 1980.

- GONZAGA NETO, S.; SILVA SOBRINHO, A.G.; RESENDE, K.T. ZEOLA, N.M.B.L.; SILVA, A.M.A.; MARQUES, C.A.T.; LEÃO, A.G. Composição corporal e exigências nutricionais de proteína e energia para cordeiros Morada Nova. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.6, p.2446-2456, 2005.
- GREEN, J.H. Assessment of energy requirements. In: *Consensus in Clinical Nutrition*. HEATLEY, R.V.; GREEN, J.H.; LOSOWSKY, M.S. p.22-37, Cambridge: Cambridge University Press. 1994.
- HAMMOND, J. *Principios de la explotación animal*. Zaragoza: Acríbia, 1966. 363p.
- ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.; SILVA, F.F.; VALADARES, R.F.D.; CECON, P.R.; ÍTAVO, C.C.B.F.; MORAES, E.H.B.K.; PAULINO, P.V.R. Níveis de Concentrado e Proteína Bruta na Dieta de Bovinos Nelore nas Fases de Recria e Terminação: Consumo e Digestibilidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.2, p.1033-1041, 2002.
- KLEIBER, M. Bioenergética animal. ed. Acribia (España). 428 p. 1974.
- LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. *Growth of farm animals*. 2.ed. Wallingford: CAB International, 2002. 346p.
- 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, n.3, p.793-806, 1968.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) *Forage quality evaluation and utilization*. Madison: American Society of Agronomy/Crop Science Society of America/Soil Science Society of America. p.450-493. 1994.
- MEXIA, A. A.; MACEDO, F. D.; ALCALDE, C. R.; SAKAGUTI, E. S.; MARTINS, E. N.; ZUNDT, M.; YAMAMOTO, S. M.; MACEDO, R. M. G. Desempenhos reprodutivo e produtivo de ovelhas Santa Inês suplementadas em diferentes fases da gestação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 33, n. 3, p. 658-667, 2004.
- NELSON, D.L.; COX, M.M. *Lehninger princípios de bioquímica*. 3.ed. São Paulo: Sorvier, 2010. 975p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Subcommittee on Goat Nutrition. Nutrient requirements of goats*. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1981. 91p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient requirements of sheep*. 6.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985. 99p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient requirements of small ruminants*. Washington, D. C.: National Academy Press. 2007. 362p.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient requirements of beef cattle*. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p.
- ORSKOV, E.R.; TYLE, M. *Energy nutrition in ruminants*. Cambridge: Elsevier science published, 146p. 1990.
- OWENS, F.N.; BUBESKI, P.; HANSON, C.F. Factors that alter the growth and development of ruminants. *Journal of Animal Science*, v.71, n.11, p.3138-3150, 1993.
- OWENS, F.N., GILL, D.R., SECRIST, D.S. et al. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 73:3152-3172. 1995.
- PAULINO, M.F.; FIGUEIREDO, D.M.; MORAES, E.H.B.K.; PORTO, M.O.; SALES, M.F.L.; ACEDO, T.S.; VILLELA, S.D.J.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação de Bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4., 2004, Viçosa, MG. *Anais...* Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p.93-144.
- PUTRINO, S.M. LEME, P.R.; SILVA, S.L.; ALLEONI, G.F.; LANNA, D.P.D.; LIMA, C.G.; GROSSKLAUS, C. Exigências líquidas de proteína e energia para ganho de peso de tourinhos Brangus e Nelore alimentados com dietas contendo diferentes proporções de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.1, p.292-300, 2006.
- REGADAS FILHO, J.G. *Exigências energéticas e protéicas de ovinos santa inês em crescimento*. 2009. 80f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE. 2009.
- RESENDE, K.T.; SILVA, H.G.O.; LIMA, L.D.; TEIXEIRA, I.A.M.A. Avaliação das exigências nutricionais de pequenos ruminantes pelos sistemas de alimentação recentemente publicados. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.37, n.spe, p. 161-177. Viçosa. 2008.
- SANTOS, Y.C.C.; PÉREZ, J.R.O.; GERASEEV, L.C.; TEIXEIRA, J.C.; BONAGURIO, S. Exigência de energia líquida para manutenção de cordeiros Bergamácia dos 35 aos 45 kg de peso vivo. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.26, n.1, p.182-187, 2002.
- SILANIKOVE, N. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. *Small Ruminant Research*, v.35, n.3, p. 181-193, 2000.
- SILVA, R.H. *Composição corporal e exigências de proteína e energia de cordeiros da raça Santa Inês*. 1999. 70p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 1999.
- 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*, Amsterdam, v.49, n.2, p.165-171, 2003.

SOUZA, C.E.A.; MOURA, A.A.; ARAÚJO, A.A.; LIMA, A.C.B. Estudo das interações entre o desenvolvimento gonadal, produção espermática, concentrações de testosterona e aspectos ligados à puberdade em carneiros Santa Inês ao longo do primeiro ano de vida. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v.27, n.2, p.199-201, 2003.

YAMAMOTO, S.M.; SILVA SOBRINHO, A.G.; VIDOTTI, R.M.; HOMEM JUNIOR, A.C.; PINHEIRO, R.S.B.; BUZZULINI, C. Desempenho e digestibilidade dos nutrientes em cordeiros alimentados com dietas contendo silagem de resíduos de peixe. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.4, p.1131-1139, 2007.

CAPITULO 2

DESEMPENHO, DIGESTIBILIDADE E CONSUMO DE NUTRIENTES POR CORDEIRAS DA RAÇA SANTA INÊS DURANTE O CRESCIMENTO**RESUMO**

O presente estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar o desempenho, digestibilidade e consumo dos nutrientes por cordeiras da raça Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos. O experimento foi realizado no Laboratório de Calorimetria e Metabolismo da Universidade Federal de Minas Gerais no período de novembro de 2010 a abril de 2011. Foram utilizadas trinta e seis cordeiras Santa Inês com 3 a 4 meses de idade e peso vivo médio de 14 a 26 kg divididos em dois manejos nutricionais (*ad libitum* e restrito) e abatidos aos 20 kg, 30 kg e 40 kg de peso vivo. Os alimentos utilizados na formulação da ração experimental consistiram de feno de capim Tifton 85 (*Cynodon dactylon* spp), milho moído, farelo de soja, fosfato bicálcico, calcário e bicarbonato de sódio. A ração experimental foi formulada baseada em estimativa de ganho para 300 g/dia para cordeiros, obtida pelo sistema SRNS. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2, três pesos de abate (20 kg, 30 kg e 40 kg) e dois manejos nutricionais (*ad libitum* e restrito) perfazendo seis tratamentos experimentais com seis repetições. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software* R e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A restrição nutricional afetou negativamente o desempenho e o consumo de nutrientes pelos animais ($P < 0,05$). Houve efeito dos pesos de abate sobre os consumos de nutrientes sendo que os maiores consumos foram obtidos para os animais com 40 kg em relação aos demais grupos ($P < 0,05$), exceto, o consumo de fibra em detergente ácido (FDA) que foi maior para os animais abatidos aos 40 kg em relação aos animais de 20 kg sendo ambos semelhantes aos de 30 kg. O consumo de MS e MO, em g/UTM e em % do peso vivo, e consumo de MS e MO digestíveis, em g/UTM, foram maiores pelos animais abatidos aos 20 kg relação aos demais. O consumo das frações fibrosas, em g/UTM, o consumo de HCEL digestível, em g/UTM, e o consumo FDA, em % do PV, foram maiores pelos animais abatidos aos 20 kg relação aos demais. Maiores consumos de FDN e HCEL, em % PV, foram para os animais abatidos aos 20 kg seguidos pelos animais abatidos aos 30 kg e pelos animais abatidos aos 40 kg. O desempenho animal foi maior para os animais com 20 kg em relação aos demais grupos, sinalizando alterações na conversão e eficiência alimentar. Os maiores consumos de energia, em kcal/dia, foram para os animais abatidos aos 40 kg em relação aos demais. Quando avaliado o consumo das frações energéticas, em kcal/UTM, as maiores ingestões foram observadas para os animais abatidos aos 20 kg em relação aos demais pesos. Maiores DMS foram observados para os animais abatidos aos 30 kg em comparação aos animais com 20 kg sendo ambos semelhantes aos animais com 40 kg. A digestibilidade da MO foi maior para os animais abatidos aos 30 kg e 40 kg em relação aos animais com 20 kg. Maiores DMS e DMO foram obtidas para os animais abatidos aos 40 kg em relação aos demais em condições de alimentação *ad libitum*. Não houve interação para a digestibilidade do EE, FDN, FDA e HCEL ($P > 0,05$). Houve diferenças estatísticas considerando-se os regimes alimentares somente para a digestibilidade

da FDA, sendo observados menores valores para o regime alimentar *ad libitum*. Menores digestibilidade da FDN, FDA e HCEL foram observados nos animais abatidos aos 20 kg em relação aos demais. O consumo de nutrientes por cordeiras Santa Inês em crescimento reduz quando os animais são submetidos a baixos planos nutricionais. As cordeiras Santa Inês submetidas a restrição nutricional durante o crescimento reduzem a ingestão de energia. Animais em fase inicial de crescimento tem maiores ingestões de nutrientes proporcionalmente ao seu peso vivo e peso metabólico. A elevação do peso de abate animal melhora a digestibilidade das frações fibrosas dietéticas. Os animais em crescimento, recebendo alimentação *ad libitum*, quanto mais próxima ao peso adulto, apresentam maiores coeficientes de digestibilidade da matéria seca e matéria orgânica da ração.

Palavras-chave: Ingestão, nutrição, ovinos, ruminantes

PERFORMANCE, DIGESTIBILITY AND NUTRIENT INTAKE BY SANTA INÊS LAMBS DURING THE GROWTH

ABSTRACT

This aimed to evaluate the performance, digestibility and intake for Santa Ines lambs slaughtered at different weights and submitted to the plane feeding distinct. The experiment was conducted in the Laboratory of Calorimetry and Metabolism of the Federal University of Minas Gerais in the period november of 2010 the april of 2011. Were used thirty six females Santa Ines with 3 and 4 months of age e body weight between 14 and 26 kg divided in two nutritional planes (*ad libitum* and restricted) and slaughtered at 20 kg, 30 kg and 40 kg. The ingredients used in the experimental diet consisted of Tifton's hay 85 (*Cynodon dactylon* spp), ground corn, soybean meal, calcium phosphate, limestone and sodium bicarbonate. The experimental diet was formulated based on estimated gain of 300 g/day for lambs, obtained by SRNS system. The experimental design followed a completely randomized in a factorial project 3x2, three slaughter weights (20 kg, 30 kg and 40 kg) and two nutritional planes (*ad libitum* and restricted) resulting in six treatments with six replications. The data were analyzes by software R and the means was compared by Tukey test ($P < 0,05$). The nutritional restriction affect nutrient intake by animals ($P < 0,05$). There are effect of body weight on the intakes of nutrients ($P < 0,05$) and highest intakes were checked by the animals slaughtered at 40 kg when compared to the animals slaughtered at 20 and 30 kg, except, the acid detergent fiber (ADF) which was higher for animals slaughtered at 40 kg compared to 20 kg animals being both similar to 30kg. the DM and OM intakes, in g/UTM and in % BW, and digestible DM e OM intakes, in g/UTM, were higher to the animals slaughtered the 20 kg compared to the other. The fibrous fractions intakes, in g/UTM, digestible HCEL intakes, in g/UTM, and FDA intake, in% BW, were higher for animals slaughtered at 20 kg compared to the other. Higher NDF and HCEL intakes, in % BW, were for animals slaughtered at 20 kg followed by animals slaughtered at 30 kg and the animals slaughtered at 40 kg. Animal performance was higher for animals of 20 kg compared to the other groups, indicating changes in conversion and feed efficiency. The highest energy intakes, in kcal/day were for the animals slaughtered at 40 kg compared to the others. When evaluated the energy fractions intakes, in kcal/UTM, the higher intakes were observed for animals slaughtered at 20 kg compared to the other weights. Higher DM digestibility (DMD) were observed for animals slaughtered at 30 kg compared to 20 kg with both being similar to the animals with 40 kg. The OM digestibility (OMD) was greater for animals slaughtered with 30 kg and 40 kg in relation to the animals with 20 kg. Higher DMD and OMD were checked for animals slaughtered at 40 kg compared

to the other in *ad libitum* feeding. There was not interaction for the digestibility of EE, NDF, ADF and HCEL ($P>0,05$). There were differences considering nutritional planes only for ADF digestibility, being obtained lower values for *ad libitum* nutritional plane. Lower digestibility of the NDF, ADF and HCEL were observed in animals slaughtered at 20 kg compared to the others. The Santa Inês lambs submitted to nutritional restriction during growth reduces the energy intake. Animals in early growth stages have higher nutrients intakes in proportion to their body weight and metabolic weight. The increased of the slaughter weight improve in fibrous fractions digestibility dietary. The animals in growth, getting the closer to adult weight, fed *ad libitum* had higher digestibility of dry matter and organic matter in the ration.

Key-words: Intake, nutrition, ruminants, sheep

1. INTRODUÇÃO

A alimentação dos animais é um dos fatores que mais influenciam a atividade pecuária brasileira constituindo o item de maior impacto nos custos de produção. Ressalta-se que além do aspecto nutricional dos alimentos utilizados na formulação das rações, o atendimento das demandas nutricionais dos animais continua sendo realizado a partir de informações geradas em condições diferentes das brasileiras, o que pode contribuir para uma limitada expressão do potencial genético dos animais. A ingestão de nutrientes pelos animais ruminantes é uma ferramenta importante nos estudos de nutrição animal, pois possibilita estabelecer o desempenho dos animais e segundo Mertens (1992), o consumo de nutrientes corresponde a 70% da variação no potencial de produção animal, enquanto que 30% sofre influência da digestibilidade e eficiência de utilização dos alimentos. Vale ressaltar que vários mecanismos interferem na regulação do consumo pelos ruminantes. A saber: o mecanismo fisiológico, físico e psicogênico. De acordo com Alves et al. (2003), a ingestão de alimentos representa um dos principais componentes do sistema de exploração animal influenciando a produção de carne ovina, sendo que o melhor desempenho de ovinos depende das características do animal e da elaboração de dietas mais eficientes. Baseado nisso, a energia é o componente da dieta que influencia o desempenho produtivo de ruminantes. Mahgoub et al. (2000) destacaram que a energia presente na elaboração das dietas tem função importante e essencial, atuando como fator limitante na produção animal, comprometendo o ganho de peso e idade à puberdade.

Avaliações de consumo e digestibilidade dos nutrientes dietéticos tornam-se importantes na avaliação de alimentos, pois permitem conhecer os alimentos quanto a seu valor nutricional e a dinâmica de absorção dos nutrientes a partir do trato gastrointestinal (Pereira et al., 2008), todavia, vale ressaltar que as características físicas e químicas do alimento podem afetar positivamente ou negativamente a ingestão (Yamamoto et al., 2007). A digestibilidade do alimento é expressa pelo coeficiente de digestibilidade do nutriente, sendo uma característica do alimento e não do animal (Silva e Leão, 1979). Dessa forma, objetivou-se avaliar o consumo e a digestibilidade dos nutrientes dietéticos por cordeiras da raça Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local de realização do experimento

O experimento foi conduzido no Laboratório de Metabolismo e Calorimetria Animal (LAMACA) pertencente à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG localizada na cidade de Belo Horizonte – MG no período de Novembro de 2010 a abril de 2011. O projeto teve aprovação do Comitê de Ética e Experimentação Animal da UFMG – CETEA (Anexo IV). A região onde fica a cidade de Belo Horizonte possui clima tipo Aw (classificação Koppen), classificado como tropical com estação seca, com a cidade localizada a 858 metros acima do nível do mar.

2.2. Animais, instalações, dieta experimental e delineamento experimental

2.2.1. Animais e instalações experimentais

Foram utilizadas 36 fêmeas da raça Santa Inês alocados em dois grupos de manejos nutricionais e três pesos de abate conforme proposta para o ensaio experimental. Os animais do grupo de abate com 20 kg foram adquiridos com peso vivo inicial de $17,51 \pm 2,04$ kg e recém-desmamados em torno de 70 dias. Os animais do grupo de abate aos 30 kg foram adquiridos com peso inicial de $16,18 \pm 2,90$ kg e idade média de 118 dias. Os animais do grupo de abate aos 40 kg foram adquiridos com peso vivo inicial de $21,16 \pm 2,23$ kg e idade média de 121 dias. Os animais utilizados no ensaio experimental foram adquiridos de duas propriedades do estado de Minas Gerais. Ao serem recepcionados no Laboratório de Metabolismo e Calorimetria Animal (LAMACA), os animais foram submetidos à avaliação clínica e em seguida procedeu-se a pesagem e avaliação da condição de escore corporal dos animais, os quais foram posteriormente identificados com brincos plásticos numéricos afixados na orelha, pesados e vermifugados. As cordeiras foram alojadas individualmente em gaiolas de metabolismo, alocadas em galpão de alvenaria coberto, com piso concretado e cimentado, dotadas de comedouros, bebedouros, saleiros plásticos e dispositivos apropriados para coleta de urina e fezes, onde permaneceram durante todo o período experimental.

Ao chegar nas dependências do LAMACA, o manejo diário realizado consistia na limpeza do piso da sala onde estavam alocadas as gaiolas de metabolismo, seguindo pela retirada das sobras referentes aos alimentos fornecido do dia anterior. A quantificação dessas sobras foi importante para o estabelecimento do consumo diário pelos animais. Os baldes de

água eram diariamente retirados das gaiolas e após mensuração do volume de água eram lavados e adicionado um volume de 4L de água para os animais consumirem. Um balde com volume de 4 L de água foi colocado no galpão para quantificar a evaporação e realizar as correções do consumo de água, tendo suas perdas diárias aferidas. O sal mineral foi fornecido para garantir um consumo à vontade, sendo as sobras diariamente pesadas para determinação do consumo. Semanalmente procedia-se a pesagem dos animais e avaliação do escore de condição corporal, após período de jejum de 16 horas, para acompanhamento do ganho de peso dos animais e ajustes no consumo diário.

2.2.2. Dieta experimental e manejo nutricional

No início do experimento, os animais passaram por um período de adaptação ao manejo nutricional, local e condições do ensaio experimental por \pm 40 dias. Para os animais abatidos aos 20 kg de peso vivo o período de adaptação foi mais curto, de 10 dias. Os alimentos utilizados na formulação da ração experimental consistiram de feno de capim Tifton 85 (*Cynodon dactylon* spp), milho moído, farelo de soja, fosfato bicálcico, calcário calcítico e bicarbonato de sódio. A composição percentual da dieta experimental está apresentada na Tabela 1. O feno de capim tifton foi confeccionado e adquirido da fazenda Santa Helena no município de Bom Despacho – MG. O concentrado energético, proteico e a mistura mineral foram misturados por meio do uso de misturador de ração na Fazenda Experimental prof. Hélio Barbosa em Igarapé – MG, pertencente à UFMG. A ração experimental foi formulada baseada em estimativa de ganho de 300 g/dia para cordeiros, obtida pelo sistema SRNS (Cannas et al., 2004). Na Tabela 2 estão apresentadas a composição centesimal e bromatológica dos alimentos que compuseram a ração experimental.

Tabela 1. A composição percentual da dieta experimental

Concentrado	% na Matéria natural
Farelo de milho	51,52
Farelo de soja	44,87
Fosfato bicálcico	0,15
Calcário	1,84
Bicarbonato de sódio	1,62
Concentrado	55,44
Volumoso	44,56

Tabela 2. Composição bromatológica dos alimentos e dieta experimental

Nutriente	Concentrado	Volumoso	Dieta
Matéria Seca (% da MN)	88,23	88,84	88,50
Matéria Orgânica (%)	80,00	82,84	81,26
Matéria Mineral (%)	8,24	6,00	7,24
Fibra em detergente Neutro (%)	12,42	62,18	34,59
Fibra em detergente Ácido (%)	5,23	31,04	16,74
Proteína Bruta (%)	31,5	10,31	22,05
Extrato Etéreo (%)	3,74	1,93	2,93
Energia Metabolizável (kcal/kg)	-	-	2316,03

MN = Matéria natural; Energia metabolizável média do experimento, sendo a produção de metano estimada pelo modelo descrito por Blaxter e Clapperton (1965).

O fornecimento da ração foi feito diariamente em duas refeições iguais, às oito e às 17 h, de maneira que a quantidade fornecida foi ajustada semanalmente de acordo com o consumo dos animais alocados no grupo *ad libitum*. O consumo médio dos animais de consumo *ad libitum*, por unidade de tamanho metabólico (UTM), era multiplicado por 1,15 para permitir 15% de sobra para os animais deste grupo, e, inicialmente, por 0,85 para obter-se a oferta destinada ao grupo restrito. Desta forma, por exemplo, se o consumo médio dos animais *ad libitum* do grupo *ad libitum* fosse 100 g/UTM, a oferta individual dos animais restritos do mesmo grupo seria 85 g/UTM e dos animais *ad libitum* seria 115 g/UTM. Água e mistura mineral estiveram disponíveis à vontade. O valor médio final da restrição foi de 30%. O controle do ganho de peso dos animais foi realizado durante a semana, pois a dieta experimental foi elaborada e fornecida para proporcionar um ganho de peso leve para os animais do grupo restrito tentando-se estabelecer uma condição de retenção de energia igual a zero. A dieta também foi fornecida para o grupo de animais *ad libitum* com ganho de peso a vontade (Os animais desse grupo representavam os animais *ad libitum*). A distribuição dos animais nos respectivos grupos, *ad libitum* e restrito, está descrito na Tabela 3.

Tabela 3. Distribuição dos animais conforme pesos de abate e regimes alimentares

Pesos de abate	Regimes alimentares		Total
	<i>Ad libitum</i>	Restrito	
20 kg	6	6	12
30 kg	6	6	12
40 kg	6	6	12
Total	18	18	36

2.2.3. Ensaio de digestibilidade aparente

O ensaio de digestibilidade aparente foi realizado no decorrer do período de condução do experimento de abate comparativo, sempre próximo ao peso desejado para cada fase, nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2011. O ensaio correspondeu a um período de cinco dias de coleta, em que amostras dos alimentos oferecidos e das sobras foram recolhidas diariamente, pesadas e armazenadas em sacos plásticos. Posteriormente foi preparada uma amostra composta por animal para os cinco dias de coleta. A coleta de fezes também foi realizada diariamente. A produção total das 24 horas foi recolhida dos coletores fecais (caixas plásticas de polietileno) e teve o peso registrado, sendo feita a coleta de uma alíquota referente a 10% deste peso, a qual foi embalada em sacos plásticos individuais e guardada em câmara frigorífica (temperatura média de -18°C). Ao final do experimento, as amostras de alimentos, sobras e fezes foram descongeladas à temperatura ambiente, por cerca de 14 horas, homogeneizadas, preparando-se uma amostra composta por animal. Em seguida, foram acondicionadas em bandejas de alumínio e levadas à estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, moída em moinho Tomas Myller com peneira com diâmetro de 1 mm e acondicionada em recipientes plásticos para futuras análises laboratoriais. Nos baldes coletores de urina foram adicionados 100 mL de ácido clorídrico (HCl 2N) na véspera de cada coleta, evitando-se assim possíveis processos fermentativos e perdas por volatilização da amônia. O volume total de urina foi medido usando uma proveta e em seguida pesado, retirando-se para cada animal uma alíquota de 10%. A urina foi acondicionada em frascos plásticos de polietileno e imediatamente congelada, compondo uma amostra composta por animal para os cinco dias de coleta.

2.2.4. Análises laboratoriais

As análises laboratoriais foram realizadas nas dependências do Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG. As amostras de alimentos, sobras e fezes coletadas foram submetidas às determinações da matéria seca, matéria mineral e fibra em detergente neutro seguindo a metodologia proposta por Silva e Queiroz (2002). Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e hemicelulose foram determinados a partir da seguinte fórmula: $[(\text{Consumo do nutriente em gramas} - \text{quantidade em gramas do nutriente nas fezes}) / \text{Consumo do nutriente em gramas}] * 100$ (Silva e Leão, 1979).

O fracionamento energético foi determinado em calorímetro adiabático tipo PARR 1281 pertencente ao Laboratório de Nutrição Animal da UFMG. No caso da urina, um volume de 10 mL de urina previamente desidratada em estufa ventilada (55°C) usando recipientes plásticos (copos plásticos), seguindo-se sua combustão na bomba calorimétrica, e feita então a queima do recipiente plástico vazio para referenciar a produção de calor da mesma individualmente, servindo de branco. Utilizando-se a técnica direta de determinação de energia com bomba calorimétrica, calcularam-se os valores da energia bruta, energia digestível e da energia metabolizável. Para tanto, mediu-se a energia bruta contida nas fezes, no alimento oferecido, nas sobras do alimento e na urina. A energia digestível foi calculada como a energia bruta ingerida menos a energia bruta excretada nas fezes. A energia metabolizável foi calculada como a energia digestível menos a energia bruta da urina somada a energia dos gases. A energia perdida na forma de metano foi feita pela quantificação realizada a partir das mensurações de gases produzidos pelos animais que passaram na câmara respirométrica alimentados. O valor de 9,45 kcal foi atribuído para cada litro de metano produzido (Brouwer, 1965).

2.2.5. Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2, sendo três pesos de abate (20 kg, 30 kg e 40 kg) e dois manejos nutricionais (manejo *ad libitum* e restrito) perfazendo seis tratamentos experimentais com seis repetições por tratamento. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homocedasticidade e as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o *software* R e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Analisou-se o grau de correlação de Pearson ($P < 0,05$) conforme recomendações de Sampaio (2007). O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + M_j + P_k + MP_{jk} + e_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} = valor referente à observação da repetição i , do tratamento j e das dietas experimentais k ;

μ = média geral;

M_j = efeito do manejo nutricional j ($j = ad libitum$ e restrito);

P_k = efeito do peso de abate k ($k = 20$ kg, 30 kg e 40 kg);

MP_{jk} = interação do manejo nutricional j versus peso de abate k ;

e_{ijk} = erro aleatório associado à observação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa para os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), em gramas, g/UTM e em % do peso vivo (PV), consumo de matéria seca e orgânica digestíveis, em g/UTM, consumo de extrato etéreo (EE) e desempenho animal, em g/dia, considerando os pesos de abate e regimes alimentares ($P > 0,05$) (Tabela 4). A restrição nutricional afetou o consumo de nutrientes pelos animais e desempenho animal ($P < 0,05$). Tal fato é decorrente da limitação na oferta de alimento imposta para os animais em restrição nutricional, que implicou negativamente na redução na ingestão de MS, MO e EE, em gramas, de 32,47%, 32,59% e 39,35%, respectivamente. Quando avaliado proporcionalmente ao tamanho metabólico dos animais, as reduções foram na ordem de 27,58% e 27,69% para as ingestões de MS e MO respectivamente. Houve efeito dos pesos de abate sobre os consumos de nutrientes ($P < 0,05$). Os maiores consumos de MS, MO e EE, em gramas, foram observados para os animais abatidos aos 40 kg em relação aos demais. O consumo de MS e MO, em g/UTM e em % do peso vivo, e consumo de MS e MO digestíveis, em g/UTM, foram maiores pelos animais abatidos aos 20 kg relação aos demais. O desempenho animal foi maior para os animais com 20 kg em relação aos demais grupos, sinalizando alterações na conversão e eficiência alimentar ($P < 0,05$).

Tabela 4. Ingestão de nutrientes por ovinos abatidos em diferentes pesos e submetidos a regimes alimentares distintos

Nutrientes	Pesos de abate			Regime		CV ^δ (%)
	20 kg	30 kg	40 kg	<i>Ad libitum</i>	Restrito	
Ingestão de MS (g/dia)	812,54 ^b	800,94 ^b	945,39 ^a	1018,27 ^a	687,65 ^b	9,25
Ingestão de MS (g/UTM)	90,79 ^a	65,60 ^b	63,89 ^b	85,17 ^a	61,68 ^b	6,92
Ingestão de MS (%PV)	4,38 ^a	2,85 ^b	2,60 ^b	3,77 ^a	2,79 ^b	7,62
Ingestão de MSD (g/UTM)	62,84 ^a	47,87 ^b	47,20 ^b	62,20 ^a	43,08 ^b	7,88
Ingestão de MO (g/dia)	663,05 ^b	651,05 ^b	773,06 ^a	831,41 ^a	560,47 ^b	9,32
Ingestão de MO (g/UTM)	74,08 ^a	53,38 ^b	52,24 ^b	69,52 ^a	50,27 ^b	6,93
Ingestão de MO (%PV)	3,57 ^a	2,32 ^b	2,13 ^b	3,07 ^a	2,27 ^b	7,59
Ingestão de EE (g/dia)	37,73 ^b	36,03 ^b	43,52 ^a	48,67 ^a	29,52 ^b	10,36
GPMD (g/dia)	115,37 ^a	92,07 ^b	88,23 ^b	120,06 ^a	77,05 ^b	22,17
CA	7,22	9,17	11,47	8,75	9,82	-
EA	0,13	0,11	0,09	0,12	0,11	-
Dias de Confinamento	20,0	70,0	98,0	62,0	63,0	-

Médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem entre si para o mesmo fator pelo teste Tukey ($\alpha=0,05$). ^δCoefficiente de variação. MS = Matéria seca; MO = Matéria orgânica; EE = Extrato etéreo; UTM = Unidade de tamanho metabólico; PV = Peso vivo; GPMD = Ganho de peso médio diário; CA = Conversão alimentar; EA = Eficiência alimentar

Na presente pesquisa, as diferenças obtidas para o consumo de nutrientes podem ser reflexo das alterações na capacidade do trato digestivo dos animais mais pesados, o que proporcionou maiores ingestões pelos animais abatidos aos 40 kg em relação aos demais grupos. De acordo com Mertens (1994), alimentos que limitam a ingestão por distensão ruminal, o consumo é mais bem descrito ou expresso em porcentagem do peso vivo, já que o efeito de enchimento da dieta tem estreita relação com o tamanho e a capacidade do trato gastrointestinal. Todavia, para dietas em que o consumo é limitado fisiologicamente, a melhor forma de expressar o consumo voluntário é em relação ao peso corporal metabólico. Por se tratar de uma avaliação com animais em diferentes faixas de peso, a discussão do consumo de nutrientes em base de tamanho metabólico pode se tratar de uma medida importante para a comparação de animais de diferentes tamanhos (Van Soest, 1994). Maiores ingestões de matéria seca e matéria orgânica, em g/UTM, foram verificadas pelos animais abatidos aos 20 kg em relação aos abatidos mais pesados. A ingestão de MS foi 27,75% e 29,63%, a ingestão de MO foi 27,94% e 29,48% superiores pelos animais com 20 kg em relação aos de 30 e 40 kg. De acordo com Forbes (1971), durante o crescimento animal existe um aumento no consumo alimentar diário, porém, esse não ocorre linearmente, existe um declínio gradual no consumo por quilo de peso corporal. Avaliando os resultados, em um primeiro momento, poder-se-ia sugerir um efeito de compensação na ingestão de nutrientes pelos animais abatidos aos 20 kg. Todavia, ressalta-se que animais na fase inicial de crescimento, apresentam maior desenvolvimento de órgãos internos em relação ao corpo inteiro, demandando assim, maior necessidade de nutrientes. As avaliações posteriores realizadas no capítulo 3 e 4 do presente trabalho levam em consideração aspectos envolvidos com dinâmica de crescimento animal e quanto as demandas nutricionais para a melhor compreensão das respostas aqui obtidas.

Embora tenham sido obtidos maiores ingestões pelos animais mais pesados, o ganho de peso diário foi menor para os animais nas faixas de peso mais elevadas, ou seja, com 30 e 40 kg em relação aos animais com 20 kg. O menor desempenho dos animais com peso mais elevado, justifica-se devido à mudança na curva de crescimento animal, de modo que, houve uma desaceleração nas taxas de ganho de peso animal com a proximidade da maturidade fisiológica. Os animais com 20 kg, por terem passado menos tempo no ensaio, podem ter expressado melhores indicadores de desempenho, refletindo sobre a conversão alimentar, definida pela quantidade de matéria seca ingerida para o incremento no ganho de um quilo de peso corporal. Nesse estudo, a conversão alimentar decresceu a medida que houve o aumento

do peso dos animais, possivelmente sofrendo influencia do baixo ganho de peso apresentado pelos animais.

O NRC (2007) estabeleceu para animais em crescimento e de maturidade tardia, com leve ganho de peso, valor referencial de consumo de 82,47 81,91 e 82,92 g/UTM/dia para animais de 20 kg, 30 kg e 40 kg, respectivamente. Os valores recomendados pelo NRC (2007) superestimaram a ingestão pelos animais do ensaio, exceto os animais de 20 kg. Ao realizar um estudo com diferentes genótipos, Silva et al. (2013) verificaram que o consumo de matéria seca para os animais mestiços Santa Inês x SPRD (sem padrão racial definido) foram semelhantes ao referencial de consumo para os animais de maturidade tardia proposto pelo NRC (2007). Baseado nas observações obtidas pelos autores pode-se sugerir que a raça Santa Inês, utilizada para a realização dessa pesquisa, apresentam maturidade fisiológica tardia, reforçando os resultados na atual pesquisa. Os resultados obtidos pelos autores (68,92 g/UTM) foram semelhantes aos consumos dos animais de 30 e 40 kg da atual pesquisa. Costa et al. (2007) realizaram ensaio para avaliar a ingestão de nutrientes por ovinos com dietas formuladas pelo NRC (1985) e NRC (2007) observaram que a ingestão de matéria seca média foi de 98,4 g/UTM para animais em crescimento, em que o NRC (2007) preconiza ser de 64,5g/UTM.

Houve interação para a ingestão de EE, em g/UTM, em % do PV, e para os consumos de EE digestível, em g/UTM, considerando os pesos de abate e regimes alimentares ($P<0,05$) (Tabela 5). Analisando-se os regimes alimentares em conjunto, a ingestão de EE, em g/UTM, % do PV, e a ingestão de EE digestível, em g/UTM, foram maiores para os animais abatidos aos 20 kg em relação aos demais grupos ($P<0,05$). Quando analisado em função dos pesos de abate, a restrição nutricional afetou negativamente a ingestão de EE pelos animais nos diferentes pesos de abate ($P<0,05$) (Tabela 5).

Tabela 5. Ingestão de extrato etéreo por ovinos abatidos em diferentes pesos e submetidos a regimes alimentares distintos

Pesos de abate	CEEPM		CEEPV		CEEDIG	
	Regimes alimentares		Regimes alimentares		Regimes alimentares	
	<i>Ad libitum</i>	Restrito	<i>Ad libitum</i>	Restrito	<i>Ad libitum</i>	Restrito
20 kg	5,10 ^{Aa}	3,31 ^{Ab}	0,24 ^{Aa}	0,16 ^{Ab}	4,08 ^{Aa}	2,58 ^{Ab}
30 kg	3,53 ^{Ba}	2,37 ^{Bb}	0,15 ^{Ba}	0,10 ^{Bb}	2,92 ^{Ba}	1,97 ^{Bb}
40 kg	3,60 ^{Ba}	2,27 ^{Bb}	0,15 ^{Ba}	0,09 ^{Bb}	3,14 ^{Ba}	1,82 ^{Bb}
CV ^δ	7,24		7,66		8,37	

Médias com letras distintas na mesma linha e coluna diferem entre si para o mesmo fator pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$); ^δCoefficiente de variação; CEEPM= Consumo de extrato etéreo em peso metabólico; CEEPV = Consumo de extrato etéreo em porcentagem do peso vivo; CEEDIG = Consumo de extrato etéreo digestível.

Alimentos concentrados e volumosos possuem em sua composição baixo incremento energético provido por ácidos graxos e triglicérides quando comparados com alimentos lipídicos, e ressalta-se ainda, que a ingestão de MS pela maioria pelos animais ruminantes fica situada em torno de 3 a 4 % de ácidos graxos (Palmquist e Mattos, 2006). Os resultados obtidos nessa pesquisa evidenciaram que a ingestão de EE, em gramas, estiveram próximos a margem proposta (Tabela 4). Nota-se que a restrição alimentar afetou o consumo de EE pelos animais, fato associado à limitação na oferta de alimento imposta aos animais nesse plano nutricional. A redução na ingestão de MS implicou negativamente na redução na ingestão de EE, em g/UTM, de 35,10%, 32,86% e 36,94% para os animais com 20 kg, 30 kg e 40 kg respectivamente, enquanto que a ingestão de EE, em % do PV, foi reduzida em 33,33%, 33,33% e 40,00% para os animais com 20 kg, 30 kg e 40 kg respectivamente.

Não houve interação para a ingestão de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e hemicelulose (HCEL), em g/dia, g/UTM e em % do PV, e ingestão de FDN, FDA e HCEL digestíveis, em g/UTM ($P>0,05$) (Tabela 6). A restrição nutricional afetou a ingestão das frações fibrosas pelos animais ($P<0,05$), exceto, para a ingestão de FDA digestível e em % do PV ($P>0,05$). A limitação na oferta de alimento imposta para os animais em restrição nutricional ocasionou menor ingestão de MS e consequentemente afetou negativamente a ingestão das frações fibrosas nesse regime alimentar. A restrição nutricional implicou em reduções na ingestão de FDN, FDA e HCEL, em gramas, de 21,51%, 18,02% e 22,95%, respectivamente. Quando avaliados proporcionalmente ao tamanho metabólico dos animais, as reduções foram de 15,14%, 10,83% e 17,05%, enquanto que, a ingestão em porcentagem do peso vivo, as reduções foram de 12,78%, 8,00% e 14,63% para as ingestões de FDN, FDA e HCEL, respectivamente.

Houve efeito dos pesos de abate sobre a ingestão das frações fibrosas ($P<0,05$) com exceção da ingestão de FDN digestível, em g/UTM ($P>0,05$) (Tabela 6). A maior ingestão de FDN e HCEL, em gramas, foram para os animais abatidos aos 40 kg em relação aos demais, ao passo que, a ingestão de FDA, foi maior para os animais abatidos aos 40 kg em relação aos animais de 20 kg sendo ambos semelhantes aos de 30 kg. A ingestão das frações fibrosas, em g/UTM, a ingestão de HCEL digestível, em g/UTM, e a ingestão de FDA, em % do PV, foram maiores pelos animais abatidos aos 20 kg relação aos demais. Maiores ingestões de FDN e HCEL, em % PV, ocorreram para os animais abatidos aos 20 kg seguidos pelos animais abatidos aos 30 kg e pelos animais abatidos aos 40 kg (Tabela 6).

Tabela 6. Ingestão de frações fibrosas por ovinos abatidos em diferentes pesos e submetidos a regimes alimentares distintos

Nutrientes	Pesos de abate			Regime		CV ^δ (%)
	20 kg	30 kg	40 kg	<i>Ad libitum</i>	Restrito	
Ingestão de FDN (g/dia)	292,91 ^b	320,04 ^b	358,64 ^a	362,90 ^a	284,83 ^b	11,11
Ingestão de FDN (g/UTM)	32,90 ^a	26,23 ^b	24,32 ^b	30,10 ^a	25,54 ^b	10,55
Ingestão de FDN (%PV)	1,60 ^a	1,14 ^b	0,99 ^c	1,33 ^a	1,16 ^b	11,21
Ingestão de FDND (g/UTM)	18,33 ^a	17,07 ^a	16,86 ^a	18,43 ^a	16,41 ^b	13,19
Ingestão de FDA (g/dia)	110,61 ^b	125,13 ^{ab}	140,31 ^a	137,77 ^a	112,94 ^b	12,34
Ingestão de FDA (g/UTM)	12,45 ^a	10,26 ^b	9,52 ^b	11,36 ^a	10,13 ^b	12,54
Ingestão de FDA (%PV)	0,60 ^a	0,45 ^b	0,39 ^b	0,50 ^a	0,46 ^a	13,34
Ingestão de FDAD (g/UTM)	6,46 ^a	6,35 ^a	6,38 ^a	6,44 ^a	6,35 ^a	21,74
Ingestão de HCEL (g/dia)	183,07 ^b	195,05 ^b	216,11 ^a	223,75 ^a	172,41 ^b	10,03
Ingestão de HCEL (g/UTM)	20,54 ^a	15,98 ^b	14,66 ^b	18,65 ^a	15,47 ^b	9,02
Ingestão de HCEL (%PV)	0,99 ^a	0,69 ^b	0,60 ^c	0,82 ^a	0,70 ^b	9,64
Ingestão de HCEL (g/UTM)	11,97 ^a	10,73 ^b	10,34 ^b	11,91 ^a	10,12 ^b	10,63

Médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem entre si para o mesmo fator pelo teste Tukey ($\alpha=0,05$). ^δCoefficiente de variação; FDN = Fibra em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido; HCEL = Hemicelulose; UTM = unidade de tamanho metabólico; PV = Peso vivo.

Os maiores consumos das frações fibrosas, em gramas, evidenciados pelos animais abatidos aos 40 kg em relação aos demais grupos teve comportamento similar aos consumos de MS, MO e EE, podendo-se atribuir, portanto, esse comportamento na ingestão das frações fibrosas as alterações no tamanho dos animais e na capacidade do trato digestivo dos animais mais pesados, o que proporcionou maiores ingestões pelos animais com 40 kg em relação aos demais grupos. Pela análise de correlação de Pearson verificou-se que a ingestão de FDN foi influenciada pela ingestão de matéria seca. A correlação de Pearson demonstrou associação entre essas variáveis ($r=0,88$; $P<0,0001$). Vale ressaltar que o teor de FDN na dieta é relacionado negativamente com a ingestão de MS, de modo que o enchimento ruminal pode afetar o consumo em ruminantes (Mertens 1987), pois quanto menos degradável for essa fração, maior será o tempo de retenção e taxa de fermentação das partículas no rúmen. No entanto, frisa-se que a fração mais digestível da FDN pode estimular o consumo animal pelo aumento na taxa de passagem dos animais (Conrad et al., 1984). Nessa pesquisa, a proporção de FDN e FDA da dieta foram baixas (34,59% e 16,74% respectivamente) (Tabela 2), permitindo destacar que o efeito da dieta foi menos marcante sobre os mecanismos reguladores do consumo pelos animais. No caso em que é fornecido dietas de alta qualidade (baixos teores de fibra), a densidade energética da ração pode ser elevada em relação às exigências do animal, limitando o consumo pelo potencial genético do animal e o rúmen não ficará repleto. Nessas dietas, a digestibilidade dos nutrientes é alta, acima de 66%, e nesse caso, a ingestão de MS é controlada por fatores fisiológicos (Conrad et al., 1964). A ingestão de FDN, em gramas, foi 10,76% e 18,33% superiores pelos animais com 40 kg em relação aos

de 30 e 20 kg, respectivamente. Quando expressos em UTM, a ingestão de FDN nessa pesquisa foi de 32,90 g/UTM, 26,23 g/UTM e 24,32 g/UTM para os animais com 20 kg, 30 kg e 40 kg respectivamente. Esses superiores valores foram aos relatados por Forbes (1995) como sendo de 35 g/UTM para que fatores reguladores do consumo de matéria seca em ovinos fossem relacionados ao enchimento do trato gastrointestinal e o efeito físico da dieta. Considerando-se a composição da dieta de 28,08% de FDN para a ingestão de FDN de 78,18 g/kg^{0,75} por ovelhas em gestação obtidos na pesquisa realizada por Macedo Junior et al. (2006) calculou-se a ingestão de FDN para os cordeiros em crescimento como sendo de 23,15 g/UTM e 23,00 g/UTM e 23,82 g/UTM para os animais de 20 kg, 30 kg e 40 kg, respectivamente. Os valores obtidos nesse estudo ficaram dentro do recomendado.

Não houve interação para a ingestão de energia bruta (EB), em kcal e em kcal/UTM, ingestão de ED e ingestão de EM, em kcal/UTM, considerando os pesos de abate e regimes alimentares ($P>0,05$) (Tabela 7). A restrição nutricional afetou negativamente a ingestão das frações energéticas pelos animais ($P<0,05$). Tal fato é decorrente da limitação na oferta de alimento imposta para os animais em restrição nutricional que implicou negativamente na redução na ingestão de EB, em kcal, de 32,74% como reflexo da redução na ingestão de MS. Quando avaliados proporcionalmente ao tamanho metabólico dos animais, as reduções foram na ordem de 27,77%, 28,90% e 31,40% para as ingestões de EB, ED e EM respectivamente. Houve efeito dos pesos de abate sobre os consumos das frações energéticas ($P<0,05$). Os maiores consumos de energia, em kcal/dia, foram para os animais abatidos aos 40 kg em relação aos demais. Quando avaliado o consumo das frações energéticas, em kcal/UTM, as maiores ingestões foram observadas para os animais abatidos aos 20 kg em relação aos demais pesos (Tabela 7).

Tabela 7. Ingestão de energia bruta, em kcal e em kcal/UTM, energia digestível e energia metabolizável, em kcal/UTM, por ovinos abatidos em diferentes pesos e submetidos a regimes alimentares distintos

Nutrientes	Pesos de abate			Regime		CV ^δ (%)
	20 kg	30 kg	40 kg	<i>Ad libitum</i>	Restrito	
Ingestão de EB						
kcal/dia	3461,13 ^b	3469,10 ^b	4048,80 ^a	4376,13 ^a	2943,22 ^b	9,66
kcal/UTM	386,49 ^a	284,07 ^b	273,61 ^b	365,46 ^a	263,99 ^b	7,25
Ingestão de ED						
kcal/UTM	274,24 ^a	211,63 ^b	210,95 ^b	271,50 ^a	193,04 ^b	8,08
Ingestão de EM						
kcal/UTM	245,63 ^a	191,16 ^b	187,63 ^b	247,26 ^a	169,62 ^b	9,06

Médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem entre si para o mesmo fator pelo teste Tukey ($\alpha=0,05$). ^δCoefficiente de variação. EB = Energia bruta; ED = Energia digestível; EM = Energia metabolizável; UTM = Unidade de tamanho metabólico.

Houve interação para os consumos de energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM), em kcal/dia e Ingestão de EB, ED e EM, em % do peso vivo (PV), considerando os pesos de abate e regimes alimentares ($P < 0,05$) (Tabela 8 e 9) Analisando-se os regimes alimentares isoladamente, a maior ingestão de ED e EM, em kcal/dia, foram observados para os animais com 40 kg em relação aos demais grupos em condições de alimentação *ad libitum* ($P < 0,05$), ao passo que a restrição nutricional proporcionou menores ingestões de ED para os animais com 20 kg em relação aos animais com 40 kg sendo ambos semelhantes aos animais com 30 kg ($P < 0,05$). Não houve diferenças para a ingestão de EM pelos animais em restrição nutricional ($P > 0,05$). Analisando-se os pesos de abate, menores ingestões de ED e EM, em kcal/dia, foram obtidos para os animais em restrição nutricional nas diferentes faixas de peso ($P < 0,05$) (Tabela 8). A ingestão de ED e EM, em % do PV, foram maiores pelos os animais com 40 kg seguidos pelos animais com 30 kg e pelos animais com 20 kg em condições de alimentação *ad libitum* e em restrição nutricional ($P < 0,05$). Analisando-se os pesos de abate, menores ingestões da ED e EM, em % do PV, foram obtidas para os animais em restrição nutricional nas diferentes faixas de peso ($P < 0,05$) (Tabela 9).

Tabela 8. Ingestão de energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM), em kcal/dia, por ovinos abatidos em diferentes pesos e submetidos a regimes alimentares distintos

Pesos de abate	Ingestão de ED		Ingestão de EM	
	Regimes alimentares		Regimes alimentares	
	<i>Ad libitum</i>	Restrito	<i>Ad libitum</i>	Restrito
20 kg	2942,77 ^{Ba}	1968,27 ^{Bb}	2672,36 ^{Ba}	1728,14 ^{Ab}
30 kg	3033,26 ^{Ba}	2132,64 ^{ABb}	2784,07 ^{Ba}	1884,84 ^{Ab}
40 kg	3855,94 ^{Aa}	2392,83 ^{Ab}	3492,35 ^{Aa}	2070,60 ^{Ab}
CV ^o	9,76		10,51	

Médias com letras distintas na mesma linha e coluna diferem entre si para o mesmo fator pelo teste Tukey ($\alpha=0,05$). ^oCoefficiente de variação. ED = Energia digestível; EM = Energia metabolizável;

Tabela 9. Ingestão de energia bruta (EB), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM), em porcentagem % do peso vivo, por ovinos abatidos em diferentes pesos e submetidos a regimes alimentares distintos

Pesos de abate	Ingestão de EB		Ingestão de ED		Ingestão de EM	
	Regimes alimentares		Regimes alimentares		Regimes alimentares	
	<i>Ad libitum</i>	Restrito	<i>Ad libitum</i>	Restrito	<i>Ad libitum</i>	Restrito
20 kg	0,81 ^{Ca}	0,49 ^{Cb}	0,58 ^{Ca}	0,34 ^{Cb}	0,53 ^{Ca}	0,30 ^{Cb}
30 kg	1,17 ^{Ba}	0,78 ^{Bb}	0,87 ^{Ba}	0,59 ^{Bb}	0,80 ^{Ba}	0,52 ^{Bb}
40 kg	1,87 ^{Aa}	1,09 ^{Ab}	1,47 ^{Aa}	0,82 ^{Ab}	1,33 ^{Aa}	0,71 ^{Ab}
CV ^o	15,12		15,04		15,42	

Médias com letras distintas na mesma linha e coluna diferem entre si para o mesmo fator pelo teste Tukey ($\alpha=0,05$). ^oCoefficiente de variação. EB = Energia bruta; ED = Energia digestível; EM = Energia metabolizável.

Os resultados do trabalho evidenciaram efeito dos pesos de abate sobre o consumo de energia bruta, digestível e metabolizável. Ressalta-se que nem toda energia bruta consumida será aproveitada pelo animal, sendo necessária a quantificação das perdas energéticas pelos processos fisiológicos do animal. As maiores ingestões de frações energéticas, em kcal/dia e em % do peso vivo, evidenciadas pelos animais abatidos aos 40 kg pode ter sido reflexo da maior ingestão de MS pelos animais, e, portanto, esse comportamento pode estar associado a alteração no tamanho e na capacidade do trato digestivo dos animais mais pesados em relação aos demais grupos. A fração de energia digestível é reflexo das perdas de energia nas fezes. A quantificação das perdas de energia nas fezes, urina e na forma de metano possibilitam quantificar a fração de energia metabolizável consumida pelos animais. Nessa pesquisa, a energia digestível contida nas fezes, em kcal/dia, não diferiu entre os pesos de abate, todavia, houve maiores valores de energia nas fezes, em kcal/UTM e em proporção da EB consumida pelos animais mais leves em relação aos demais grupos (Capítulo 5 – Tabela 4). Ressalta-se que a maior perda energética fecal pelas cordeiras mais leves foi consequência da menor digestibilidade da matéria orgânica da ração. Os animais com 20 kg mantidos no regime nutricional restrito apresentaram coeficientes de digestibilidade da MO de 70,14 % vs 75,51 % e 74,28 % para animais com 30 e 40 kg, respectivamente, ao passo que os animais com 20 e 30 kg submetidos ao regime nutricional *ad libitum* apresentaram coeficientes de digestibilidade da MO de 72,30 % e 73,41 % vs 78,53 % para animais com 40 kg (Tabela 10).

As perdas de energia urinária, em kcal/dia, foram menores para os animais com 20 kg e 30 kg de peso em relação aos com 40 kg ($P < 0,05$) (Capítulo 5 – Tabela 4), afetando o consumo e EM, em kcal/dia, pelos grupos experimentais. Não foram observadas diferenças para a energia contida na urina, em kcal/UTM, considerando os diferentes pesos de abate ($P > 0,05$) (Capítulo 5 – Tabela 4). As perdas de energia na urina ficaram em concordância aos sugeridos por Van Soest (1994) como sendo em torno de 3% a 5%. (Capítulo 5 – Tabela 7). Somada às perdas de energia na urina, a energia perdida na forma de metano pode contribuir significativamente para a quantificação da EM ingerida. A discussão mais ampla quanto à dinâmica na partição energética estão apresentadas no Capítulo 5 dessa pesquisa.

Em avaliações com animais em diferentes faixas de peso, realizar a discussão da ingestão de nutrientes em base de tamanho metabólico, torna-se uma medida para comparar animais de diferentes tamanhos (Van Soest, 1994). A maior ingestão de energia pelos animais com 20 kg foi reflexo da maior ingestão de matéria seca. Pela correlação de Pearson, observou-se que o consumo de matéria seca (g/UTM) foi influenciado pelo consumo de energia metabolizável (kcal/UTM) ($r = 0,96$; $P < 0,0001$) mais do que a FDN sobre o consumo

de MS (g/UTM) ($r=0,80$; $P<0,0001$). A maior taxa metabólica dos animais em virtude do metabolismo mais acelerado na fase inicial de crescimento pode justificar a maior ingestão de nutrientes nessa fase pelos animais mais jovens, sinalizando uma demanda maior de nutrientes para o atendimento dos requisitos nutricionais.

Houve interação significativa para a digestibilidade da MS e MO considerando os regimes alimentares e pesos de abate ($P<0,05$) (Tabela 10). Analisando-se os regimes alimentares isoladamente, os maiores coeficientes de digestibilidade da MS foram obtidos para os animais com 40 kg em relação aos demais grupos em condições de alimentação *ad libitum*, enquanto que a restrição nutricional proporcionou menores digestibilidade da MS para os animais com 20 kg em relação aos animais com 30 kg sendo ambos semelhantes aos animais com 40 kg ($P<0,05$). A digestibilidade da MO foi maior para os animais com 40 kg em relação aos demais grupos em condições de alimentação *ad libitum*, enquanto que a restrição nutricional proporcionou menores digestibilidade da MO pelos animais com 20 kg em relação aos demais grupos ($P<0,05$). Analisando-se os pesos de abate, menores coeficientes de digestibilidade da MS e MO foram obtidas para os animais com 40 kg em restrição nutricional ($P<0,05$) (Tabela 10). Pela análise dos dados obtidos, observou-se que a restrição nutricional afetou negativamente o coeficiente de digestibilidade da MS e MO para os animais de 40 kg em 9,91% e 5,41 % respectivamente.

Tabela 10. Média dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes da dieta fornecida a cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidos a regimes alimentares distintos

Pesos de abate	DMS		DMO	
	Regimes alimentares		Regimes alimentares	
	<i>Ad libitum</i>	Restrito	<i>Ad libitum</i>	Restrito
20 kg	70,30 ^{Ba}	67,79 ^{Ba}	72,30 ^{Ba}	70,14 ^{Ba}
30 kg	72,87 ^{Ba}	73,13 ^{Aa}	73,41 ^{Ba}	75,51 ^{Aa}
40 kg	77,00 ^{Aa}	69,37 ^{ABb}	78,53 ^{Aa}	74,28 ^{Ab}
CV ^δ	3,93%		3,50%	

Médias com letras distintas na mesma linha e coluna diferem entre si para o mesmo fator pelo teste Tukey ($\alpha=0,05$); ^δCoefficiente de variação. DMS = Digestibilidade da matéria seca; DMO = Digestibilidade da matéria orgânica

Não houve interação significativa para o coeficiente de digestibilidade do EE e das frações fibrosas considerando os pesos de abate e regimes alimentares ($P>0,05$) (Tabela 11). Maiores coeficiente de digestibilidade das frações fibrosas foram observados para os animais abatidos aos 30 kg e 40 kg em relação aos animais abatidos aos 20 kg. A digestibilidade do EE foi maior para os animais abatidos aos 40 kg em relação aos animais abatidos aos 20 kg

sendo ambos semelhantes aos abatidos com 30 kg. Houve diferenças estatísticas considerando-se os regimes alimentares somente para a digestibilidade da FDA, sendo observados menores valores para o regime alimentar *ad libitum* ($P < 0,05$) (Tabela 11).

Tabela 11. Média dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes da dieta fornecida a cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidos a regimes alimentares distintos

Nutrientes	Pesos de abate			Regime		CV ^δ (%)
	20 kg	30 kg	40 kg	<i>Ad libitum</i>	Restrito	
Digestibilidade do EE	79,19 ^b	83,00 ^{ab}	83,73 ^a	83,31 ^a	80,64 ^a	5,18
Digestibilidade da FDN	55,78 ^b	65,37 ^a	69,31 ^a	61,89 ^a	65,09 ^a	8,57
Digestibilidade da FDA	50,93 ^b	62,01 ^a	67,07 ^a	56,69 ^b	63,32 ^a	14,52
Digestibilidade da HCEL	58,56 ^b	67,51 ^a	70,44 ^a	64,64 ^a	66,37 ^a	8,40

Médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem entre si para o mesmo fator pelo teste Tukey ($\alpha = 0,05$). ^δCoeficiente de variação. EE = Extrato etéreo; FDN = Fibra em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido; HCEL = Hemicelulose

Torna-se importante destacar que existe uma relação inversa entre o nível de consumo e o tempo de retenção ruminal das partículas em dietas contendo qualquer porcentagem de concentrado (Doreau et al. 2003). Os resultados informados na Tabela 4 evidenciaram menor ingestão de nutrientes pelos animais em restrição nutricional, com reflexo sobre os coeficientes de digestibilidade. Em condições de baixa ingestão de nutrientes espera-se uma melhoria na digestibilidade dos nutrientes em função do maior tempo de retenção da digesta no rúmen e redução da taxa de passagem (Galyean e Owens, 1991), otimizando-se o aproveitamento pelos micro-organismos ruminais e conseqüentemente pelo animal. Nessa pesquisa, esse fenômeno foi contrário ao proposto pelos autores sendo a resposta semelhante aos obtidos por Alves et al. (2003) que não verificaram aumento na digestibilidade dos nutrientes dietéticos pelos animais em condições de restrição nutricional. Da mesma forma, no trabalho realizado por Atti et al. (2002), a restrição severa prolongada resultou em queda da digestibilidade dos nutrientes, mantendo-se constante durante todo o período de subalimentação.

Na presente pesquisa, mesmo sendo evidenciadas menores ingestões das frações fibrosas pelos animais, não houve efeito sobre os coeficientes de digestibilidade da FDN e HCEL, com exceção para a digestibilidade da FDA que foi maior para os animais submetidos à restrição nutricional. A menor ingestão de FDA pelos animais, associado a sua composição química em celulose e lignina, parece ter proporcionado maior tempo de permanência no rúmen dessa fração, justificando a melhoria nos coeficientes de digestibilidade. Nessa condição de baixa ingestão, há melhoria na digestibilidade dos nutrientes em função do maior

tempo de retenção da digesta no rúmen e redução da taxa de passagem (Galyean e Owens, 1991), otimizando-se o aproveitamento pelos micro-organismos ruminais e conseqüentemente pelo animal.. Todavia, ressalta-se que as frações fibrosas demandam mais tempo para sua degradação ruminal em função da estrutura dessas frações serem mais complexa, e, portanto, a digestibilidade da fibra é dependente do consumo da mesma, estágio de maturidade do vegetal, relação volumoso:concentrado, sendo portanto, a fração indigestível da FDN a que mais afeta a utilização da fibra. Além disso, a melhoria na digestibilidade da FDA, pode ser reflexo da qualidade nutricional dos alimentos que compuseram a dieta, e nessa pesquisa, a ração consumida pelos animais possuía teores de FDN e FDA dietéticos baixos (34,59 % e 16,74% respectivamente), reforçando a hipótese de qualidade nutricional da dieta e seletividade pelos animais do ensaio.

4. CONCLUSÕES

.O consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes variam em função do manejo nutricional e pesos de abate dos animais.

O consumo de nutrientes por cordeiras Santa Inês em crescimento reduz quando os animais são submetidos a baixos planos nutricionais. As cordeiras Santa Inês submetidas a restrição nutricional durante o crescimento reduzem a ingestão de energia.

A restrição nutricional altera a ingestão de FDA por cordeiras Santa Inês em crescimento. O coeficiente de digestibilidade da FDA melhora quando as cordeiras Santa Inês são submetidas a restrição nutricional.

Animais em fase inicial de crescimento tem maiores ingestões de nutrientes proporcionalmente ao seu peso vivo e peso metabólico. O aumento do peso de abate aumenta a ingestão de energia proporcional ao peso vivo.

Os pesos de abate afetam a ingestão de energia por cordeiras Santa Inês em crescimento. Os animais Santa Inês com 20 kg de peso vivo priorizam a ingestão de energia por unidade de tamanho metabólico como necessária para atendimento de suas demandas nutricionais.

A elevação do peso de abate animal melhora a digestibilidade das frações fibrosas dietéticas. Os animais em fase de crescimento, recebendo alimentação *ad libitum*, quanto mais próxima ao peso adulto, apresentam maiores coeficientes de digestibilidade da matéria seca e matéria orgânica da ração.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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 para Ovinos Santa Inês: Características de Carcaça e Constituintes Corporais. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.32, n.6, p.1927-1936, 2003 (Supl. 2).
- ATTI, N.; KAYOULI, C.; MAHOUACHI, M.; GUESMI, A.; DOREAU, M. Effect of a drastic and extended underfeeding on digestion in Barbary ewe. *Animal Feed Science and Technology*. v.100, p.1–14. 2002.
- BLAXTER, K.L.; CLAPPERTON, J.L. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. *Br. J. Nutr.*, v.19, p.511-522, 1965.
- BROUWER, E. *Report of Sub-Committee on Constants and Factors*. Proc 3rd Symp. On Energy Metabolism, EAAP Publ. N° 11. p. 441 – 443, 1965.
- 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*. n.82, p.149-169, 2004.
- CONRAD, H.R.; WEISS, W.P.; ODWONGO, W.O.; et al. Estimating net energy from components of cells solubles and cell walls. *Journal of Dairy Science*. v.64. p.427. 1964.
- CONRAD, H.R.; PRATT, A.D.; HIBBS, J.W. Regulation of feed intake in dairy cows. IChange in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. *Journal Dairy Science*, Lancaster, v.47, n.1,p. 54-62, 1964.
- COSTA, H.H.A.; ROGÉRIO, M.C.P.; MUIR, J.P.; ALVES, A.A.; GALVANI, D.B.; POMPEU, R.C.F.F.; LANDIM, A.V.; CARNEIRO, M.S.S.; CAMPOS, W.E. Nutritional evaluation of lamb diets in a tropical setting formulated according to NRC (1985) and NRC (2007) specifications. *Small Ruminant Research*. v.113. p.20–29. 2013.
- DOREAU, M.; MICHALET-DOREAU, B.; GRIMAUD, P.; ATTI, N.; NOZIÈRE, P. Consequences of underfeeding on digestion and absorption in sheep. *Small Ruminant Research*. v. 49, p.289–301. 2003.
- FORBES, J.M. Voluntary food intake and diet selection by farm animals. Madison:CAB International, 1995. 532p

- FORBES, J.M. Physiological changes affecting voluntary food intake in ruminants. *Proceedings of the Nutrition Society*, v.30, p.135-142, 1971.
- GALYEAN, M.L.; OWENS, F.N. *Effects of diet composition and level of feed intake on site and extent of digestion in ruminants*. In: Tsuda, T., Sasaki, Y., Kawashima, R. (Eds.), *Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants*. Academic Press, San Diego, CA, p. 483–514. 1991.
- MACEDO JÚNIOR, G.L.; PÉREZ, J.R.O.; ALMEIDA, T.R.V.; PAULA, O.J.; FRANÇA, P.M.; ASSIS, R.M. Influência de diferentes níveis de FDN dietético no consumo e digestibilidade aparente de ovelhas Santa Inês. *Ciência Agrotécnica*, v.30, n.3, p.547-553, 2006.
- MAHGOUB, O.; LU, C.D.; EARLY, R.J. Effects of dietary energy density on feed intake, body weight gain and carcass chemical composition of Omani growing lambs. *Small Ruminant Research*, v.37, n.1, p.35-42, 2000.
- MERTENS, D. R. Forage quality evaluation and utilization. (Ed) Madson: American Society of Agronomy, p 450 – 493. 1994.
- MERTENS, D.R. Análise de fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Lavras, *Anais...* Lavras: SBZ. 1992. p.188-219.
- MERTENS. D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *Journal Animal Science*, v.641, p.1548-1558, 1987.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL -NRC. *Nutrient requeriments of small ruminants*. Washington: National Academy Press, 2007. 362p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient requirements of sheep*. New York: National Academy Press, 1985. 99p.
- PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T.T. et al. *Nutrição de ruminantes*. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p.287-310.
- PEREIRA, O.G.; SOUZA, V.G.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, D.H.; RIBEIRO, K.G.; CECON, P.R. consumo e digestibilidade dos nutrientes e desempenho de bovinos de corte recebendo dietas com diferentes níveis de ureia. *Ciência Animal Brasileira*, v.9, n.3, p.552-562, 2008.

- STATISTICS ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE. 1999. *User's guide*. North Caroline: SAS Institute Inc. 1999.
- SAMPAIO, I.B.M. *Estatística aplicada à experimentação animal*, 3.ed. Fundação de ensino e pesquisa em medicina veterinária e zootecnia, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. 2007.
- SILVA, V.L.; ROGÉRIO, M.C.P.; BOMFIM, M.A.D.; LEITE, E.R.; LANDIM, A.V.; ALVES, A.A.; COSTA, H.H. A.; FREIRE, A.P.A. Consumo e digestibilidade dos nutrientes dietéticos em cordeiros de diferentes grupos genéticos alimentados com farelo de castanha de caju. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.14, p.695-709, 2013.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed. Viçosa: UFV, 235p. 2002.
- SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. *Fundamentos da nutrição de ruminantes*. Livroceres, Piracicaba. 1979.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca, New York (USA): Cornell University Press, 476p. 1994.
- YAMAMOTO, S.M.; SILVA SOBRINHO, A.G.; VIDOTTI, R.M.; HOMEM JUNIOR, A.C.; PINHEIRO, R.S.B.; BUZZULINI, C. Desempenho e digestibilidade dos nutrientes em cordeiros alimentados com dietas contendo silagem de resíduos de peixe. *Revista Brasileira de Zootecnia*. v.36, n.4, p.1131-1139, 2007.

CAPITULO 3

COMPOSIÇÃO QUÍMICA CORPORAL DE FÊMEAS DA RAÇA SANTA INÊS DURANTE O CRESCIMENTO

RESUMO

Objetivou-se determinar a composição química dos componentes corporais de cordeiras da raça Santa Inês em crescimento abatidas em diferentes pesos e sob distintos regimes alimentares. O experimento foi realizado no Laboratório de Calorimetria e Metabolismo da Universidade Federal de Minas Gerais no período de novembro de 2010 a abril de 2011. Foram utilizadas trinta e seis cordeiras Santa Inês com 3 a 4 meses de idade e peso vivo médio de 14 a 26 kg, perfazendo um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2, três pesos de abatidos aos 20 kg, 30 kg e 40 kg e dois manejos nutricionais (*ad libitum* e restrito). Após o abate, as cordeiras tiveram seus corpos divididos em oito componentes: Carcaça, cabeça e patas, pele, trato gastrointestinal, vísceras, gorduras, útero e glândula mamária. O peso de cada componente foi obtido em gramas e em relação ao peso de corpo vazio (% do PCVZ). A composição química foi analisada em termos de gordura, proteína, minerais e água, expressa em gramas e em g/kg de PCVZ, sendo a energia expressa em Mcal/kg. O peso da carcaça, pele, vísceras, gordura e útero foram afetados pela restrição nutricional ($P < 0,05$). Houve aumento do peso absoluto de cada compartimento a medida que se elevou o peso de abate. A restrição nutricional afetou negativamente composição química, em gramas e em % do PCVZ, de água e gordura na glândula mamária, de água das vísceras e carcaça. A composição química de água e proteína, em gramas, e de água em g/kg de PCVZ na pele foi afetada pela restrição nutricional. Maiores proporções de água, proteína, gordura e energia foram observadas na cabeça e patas dos animais em restrição nutricional. Os pesos de abate alteraram a composição química dos componentes corporais ($P < 0,05$); a medida que ocorreu aumento de peso dos animais, houve incremento na deposição de nutrientes nos componentes do corpo. A concentração de nutrientes, em g/kg de PCVZ, seguiu a dinâmica de crescimento do animal. A concentração de gordura e energia elevou-se com o aumento do peso de abate dos animais enquanto a concentração de água, proteína e minerais decresceu. O peso e a proporção dos componentes corporais variam em função do manejo nutricional e peso de abate dos animais. A massa da carcaça, pele, vísceras e glândula mamária de cordeiras Santa Inês em crescimento reduz quando os animais são submetidos a baixos planos nutricionais. Os pesos de abate afetam a massa dos componentes corporais de cordeiras Santa Inês em crescimento. Animais com peso de abate mais elevado tem desenvolvimento tardio da cabeça mais patas e glândula mamária. A composição corporal do animal muda conforme o plano nutricional e pesos de abate dos animais impactando nas exigências em energia e proteína pelas cordeiras em crescimento. A quantidade de água na pele, carcaça e vísceras de cordeiras Santa Inês em crescimento reduz quando os animais são submetidos a baixos planos nutricionais.

Os pesos de abate afetam a deposição de nutrientes no corpo de cordeiras Santa Inês em crescimento. O aumento do peso de abate dos animais eleva a deposição absoluta de nutrientes corporais em cordeiras Santa Inês.

Palavras-chave: Cordeiras, gordura, ovinos, proteína, ruminantes

CHEMICAL COMPOSITION BODY OF FEMALE SANTA INES DURING GROWTH

ABSTRACT

This aimed to evaluate the chemical composition of the body components of Santa Inês lambs in growing slaughtered in different weights and feeding planes distinct. The experiment was conducted in the Laboratory of Calorimetry and Metabolism of the Federal University of Minas Gerais in the period of november 2010 the april of 2011. Were used thirty six Santa Ines lambs with 3 the 4 months of age and live weight of 14 a 26 kg making a completely randomized design in a factorial 3 x 2 three slaughter weights (20 kg, 30 kg and 40 kg) and two nutritional planes (*ad libitum* and restricted) resulting in six treatments with six replications. After slaughter, the animal's body was divided into eight components: Carcass, head and feet, skin, gastrointestinal tract, viscera, fat, uterus and mammary gland. The weight of each component was obtained in grams e in relation to empty body weight (% of EBW). The chemical composition were analyzed in terms of fat, protein, minerals and water, in grams and g/kg EBW and energy in Mcal/kg. The weight of the carcass, skin, viscera, fat and uterus were affected by nutritional restriction ($P < 0,05$). There was an increase in the absolute weight of each compartment as there was increase in slaughter weight of animals. The nutritional restriction affected negatively the chemical composition, in grams and in % of EBW, of water and fat in the mammary gland, of water of the viscera and carcass. The chemical composition of water and protein, in grams, and water in g/kg EBW in the skin was affected by the nutritional restriction. Higher proportions of water, protein, fat and energy were observed in the head and feet of the animals in nutritional restriction. The slaughter weights have altered the chemical composition of the body components ($P < 0,05$). With the increase in weight of the animals, there was an increase in the deposition of nutrients in the body. The nutrients concentration, in g/kg of EBW, followed the dynamics of growth of the animal. The concentration of fat and energy increased with increasing weight of slaughter animals while the concentration of water, protein and minerals decreased. The components of the gastrointestinal tract and internal organs with higher metabolic activity were affected by nutritional restriction. The weight and proportion of the components body vary with slaughter weight and nutritional plane. The carcass, skin, viscera and mammary gland mass of growing Santa Ines lambs decreases when animals are submitted the low nutritional planes. The slaughter weights affect the mass of body components of growing Santa Ines lambs. Animals with higher slaughter weight have late development of head and mammary gland. The body

composition changes with the nutritional plan and slaughter weights of the animals impacting on the energy and protein requirements for growing lambs. The amount of water in the skin, carcass and viscera of growing Santa Ines lambs decreases when animals are submitted the low nutritional planes.

Key-words: fat, lambs, protein, ruminants, sheep

1. INTRODUÇÃO

A compreensão dos mecanismos fisiológicos e bioquímicos que envolvem os principais componentes viscerais associados ao plano nutricional torna-se fundamental em estudos de exigências nutricionais de ruminantes, em virtude da massa dos órgãos internos serem responsivos a ingestão de energia, resultando em modificações nas necessidades nutricionais para a manutenção animal. Diante disso, avaliações realizadas quanto as modificações que ocorrem no tamanho relativo dos órgãos internos com as mudanças no plano nutricional e que tem reflexo na alteração das taxas metabólicas devem ser elucidados, pois essas mudanças podem diminuir o custo energético em função da redução na disponibilidade de energia e proteína. Dessa forma, interações entre planos nutricionais e peso das vísceras em gramas e em porcentagem do PCVZ podem fornecer informações importantes para a dinâmica de desenvolvimento dos órgãos internos, principalmente em estudos com animais em crescimento, pois a massa dos órgãos internos pode representar cerca de 50% da energia necessária à manutenção animal.

Durante a fase de crescimento das cordeiras, embora seja uma etapa do ciclo de produção de menor rentabilidade em curto prazo na visão dos produtores, o manejo alimentar pode exercer grande influência nas respostas produtivas e reprodutivas dessas futuras matrizes. Porém, ressalta-se que a composição química é uma ferramenta importante e um dos principais pontos para a estimativa dos requisitos nutricionais dos animais, permitindo identificar a prioridade de nutrientes depositados no corpo animal, sendo esta prioridade dependente do estágio fisiológico (crescimento, gestação e lactação), sexo, raça, nível nutricional, idade e peso corporal em que o animal se encontra. As taxas de deposição dos principais tecidos constituintes do corpo, ósseo, muscular e adiposo, mudam ao longo da vida dos animais, conseqüentemente, a composição corporal varia com o decorrer do tempo (Henrique et al., 2006).

A proteína, a gordura e a energia, desempenham papel fundamental no organismo animal participando na formação e manutenção dos tecidos, na contração muscular, transporte de nutrientes e na formação de hormônios e enzimas (Gonzaga Neto et al., 2006). Existem vários métodos para alcançar a composição química, sendo que a análise química, empregada nesse estudo, é uma das formas de mensuração. O corpo animal é composto basicamente por água, proteína, gordura e minerais, cuja composição varia ao longo crescimento animal. Inúmeros fatores afetam a deposição desses elementos no corpo como idade, peso, raça,

condição sexual e nível nutricional dos animais. Desse modo, objetivou-se avaliar o peso, proporção e a composição química dos componentes corporais de cordeiras da raça Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local de realização do experimento

O experimento foi conduzido no Laboratório de Calorimetria e Metabolismo Animal (LAMACA) pertencente à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG localizada na cidade de Belo Horizonte – MG no período de Novembro de 2010 a abril de 2011. O projeto teve aprovação do Comitê de Ética e Experimentação Animal da UFMG – CETEA (Anexo IV). A região onde fica a cidade de Belo Horizonte possui clima tipo Aw (classificação Koppen), classificado como tropical com estação seca, com a cidade localizada a 858 metros acima do nível do mar.

2.2. Animais, instalações, dietas experimentais e delineamento experimental

2.2.1. Animais e instalações experimentais

Foram utilizadas 36 fêmeas da raça Santa Inês alocados em dois grupos de manejos nutricionais e três pesos de abate conforme proposta para o ensaio experimental. Os animais do grupo de abate com 20 kg foram adquiridos com peso vivo inicial de $17,51 \pm 2,04$ kg e recém-desmamados em torno de 70 dias. Os animais do grupo de abate aos 30 kg foram adquiridos com peso inicial de $16,18 \pm 2,90$ kg e idade média de 118 dias. Os animais do grupo de abate aos 40 kg foram adquiridos com peso vivo inicial de $21,16 \pm 2,23$ kg e idade média de 121 dias. Os animais utilizados no ensaio experimental foram adquiridos de duas propriedades do estado de Minas Gerais. Ao serem recepcionados no Laboratório de Metabolismo e Calorimetria Animal (LAMACA) galpão experimental, os animais foram submetidos à avaliação clínica e em seguida procedeu-se a pesagem e avaliação da condição de escore corporal dos animais, os quais foram posteriormente identificados com brincos plásticos numéricos afixados na orelha, pesados e vermifugados. As cordeiras foram alojadas individualmente em gaiolas de metabolismo, alocadas em galpão de alvenaria coberto, com piso concretado e cimentado, dotadas de comedouros, bebedouros, saleiros plásticos e dispositivos apropriados para coleta de urina e fezes, onde permaneceram durante todo o período experimental.

Ao chegar nas dependências do LAMACA, o manejo diário realizado consistia na limpeza do piso da sala onde estavam alocadas as gaiolas de metabolismo, seguindo pela retirada das sobras referentes aos alimentos fornecido do dia anterior. A quantificação dessas

sobras foi importante para o estabelecimento do consumo diário pelos animais. Os baldes de água eram diariamente retirados das gaiolas e após mensuração do volume de água eram lavados e adicionado um volume de 4L de água para os animais consumirem. Um balde com volume de 4 L de água foi colocado no galpão para quantificar a evaporação e realizar as correções do consumo de água, tendo suas perdas diárias aferidas. O sal mineral foi fornecido para garantir um consumo à vontade, sendo as sobras diariamente pesadas para determinação do consumo. Semanalmente procedia-se a pesagem dos animais e avaliação do escore de condição corporal, após período de jejum de 16 horas, para acompanhamento do ganho de peso dos animais e ajustes no consumo diário.

2.2.2. Dieta experimental e manejo nutricional

No início do experimento, os animais passaram por um período de adaptação ao manejo nutricional, local e condições do ensaio experimental por \pm 40 dias. Para os animais abatidos aos 20 kg de peso vivo o período de adaptação foi mais curto, de 10 dias. Os alimentos utilizados na formulação da ração experimental consistiram de feno de capim Tifton 85 (*Cynodon dactylon* spp), milho moído, farelo de soja, fosfato bicálcico, calcário calcítico e bicarbonato de sódio. A composição percentual da dieta experimental está apresentada na Tabela 1. O feno de capim tifton foi confeccionado e adquirido da fazenda Santa Helena no município de Bom Despacho – MG. O concentrado energético, proteico e a mistura mineral foram misturados por meio do uso de misturador de ração na Fazenda Experimental prof. Hélio Barbosa em Igarapé – MG, pertencente à UFMG. A ração experimental foi formulada baseada em estimativa de ganho de 300 g/dia para cordeiros, obtida pelo sistema SRNS (Cannas et al., 2004). Na Tabela 2 estão apresentadas a composição centesimal e bromatológica dos alimentos que compuseram a ração experimental.

Tabela 1. A composição percentual da dieta experimental

Concentrado	% na Matéria natural
Farelo de milho	51,52
Farelo de soja	44,87
Fosfato bicálcico	0,15
Calcário	1,84
Bicarbonato de sódio	1,62
Concentrado	55,44
Volumoso	44,56

Tabela 2. Composição bromatológica dos alimentos e dieta experimental

Nutriente	Concentrado	Volumoso	Dieta
Matéria Seca (% da MN)	88,23	88,84	88,50
Matéria Orgânica (%)	80,00	82,84	81,26
Matéria Mineral (%)	8,24	6,00	7,24
Fibra em detergente Neutro (%)	12,42	62,18	34,59
Fibra em detergente Ácido (%)	5,23	31,04	16,74
Proteína Bruta (%)	31,5	10,31	22,05
Extrato Etéreo (%)	3,74	1,93	2,93
Energia Metabolizável (kcal/kg)	-	-	2316,03

MN = Matéria natural; Energia metabolizável média do experimento, sendo a produção de metano estimada pelo modelo descrito por Blaxter e Clapperton (1965).

O fornecimento da ração foi feito diariamente em duas refeições iguais, às oito e às 17 h, de maneira que a quantidade fornecida foi ajustada semanalmente de acordo com o consumo dos animais alocados no grupo *ad libitum*. O consumo médio dos animais de consumo *ad libitum*, por unidade de tamanho metabólico (UTM), era multiplicado por 1,15 para permitir 15% de sobra para os animais deste grupo, e, inicialmente, por 0,85 para obter-se a oferta destinada ao grupo restrito. Desta forma, por exemplo, se o consumo médio dos animais *ad libitum* do grupo *ad libitum* fosse 100 g/UTM, a oferta individual dos animais restritos do mesmo grupo seria 85 g/UTM e dos animais *ad libitum* seria 115 g/UTM. Água e mistura mineral estiveram disponíveis à vontade. O valor médio final da restrição foi de 30%. O controle do ganho de peso dos animais foi realizado durante a semana, pois a dieta experimental foi elaborada e fornecida para proporcionar um ganho de peso leve para os animais do grupo restrito tentando-se estabelecer uma condição de retenção de energia igual a zero. A dieta também foi fornecida para o grupo de animais *ad libitum* com ganho de peso a vontade (Os animais desse grupo representavam os animais *ad libitum*). A distribuição dos animais nos respectivos grupos, *ad libitum* e restrito, está descrito na Tabela 3.

Tabela 3. Distribuição dos animais conforme pesos de abate e regimes alimentares

Pesos de abate	Regimes alimentares		Total
	<i>Ad libitum</i>	Restrito	
20 kg	6	6	12
30 kg	6	6	12
40 kg	6	6	12
Total	18	18	36

2.3. Procedimento de abate dos animais

O abate dos animais seguiu as recomendações feitas pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da UFMG, protocolo nº 197/2010. Após o período adaptação a dieta experimental, local e condições do ensaio experimental por \pm 40 dias para os animais abatidos aos 30 e 40 kg e de 10 dias para os animais abatidos aos 20 kg de peso vivo, um grupo de cinco animais foram aleatoriamente selecionados e abatidos para comporem o grupo inicial, chamado de grupo referência dos animais de 20 kg. Dois grupos de oito animais cada foi selecionado aleatoriamente e abatidos para comporem o grupo inicial ou grupo referência dos animais abatidos aos 30 kg e 40 kg, respectivamente. Os trinta e seis animais remanescentes foram alocados em dois grupos de manejos nutricionais e três pesos de abate. Dezoito animais compuseram o grupo de animais que receberam regime alimentar *ad libitum* e abatidos aos 20, 30 e 40 kg (seis animais por grupo) e dezoito animais compuseram o grupo de animais submetidos à restrição nutricional e abatidos nas faixas de peso citadas anteriormente. A distribuição dos animais nos respectivos manejos alimentares, *ad libitum* e restrito, está descrito na Tabela 3, apresentada acima. Para as avaliações nesse capítulo foram consideradas apenas os trinta e seis animais contidos nos dois regimes alimentados citados anteriormente.

Os abates dos animais ocorreram ao final do ensaio experimental, sempre em número par de animais, de forma que, à medida que um animal do regime alimentar *ad libitum* atingia o peso de abate (20 kg, 30 kg ou 40 kg), procedia-se o abate simultâneo de um animal do grupo restrito, previamente selecionado. Os animais foram pesados semanalmente para o acompanhamento do ganho de peso corporal até alcançarem o peso de abate. Antes do abate, os animais foram submetidos a jejum de alimentos sólidos por 16 horas, sendo em seguida pesados para obtenção do peso em jejum dos animais e feita avaliação de escore de condição corporal. Em seguida, as cordeiras foram encaminhadas para a sala de abate, onde foram insensibilizadas conforme procedimentos adotados pelo CETEA-UFMG, içadas e penduradas pelas patas posteriores e sangradas pela secção das veias jugulares e artérias carótidas.

2.3.1. Evisceração e discriminação dos componentes corporais

Após o abate dos animais, realizou-se a separação dos diferentes componentes do corpo animal: Visceras, trato gastrointestinal, cabeça e patas, pele, depósitos de gordura, glândula mamária, útero e carcaça que serão descritos em seguida. A coleta total de sangue foi realizada por meio da utilização de um balde plástico contendo um saco plástico que foi posto

próximo ao local da incisão até cessar do fluxo do sangue. Parte desse sangue foi amostrada, e a amostra foi pesada, identificada e armazenada em câmara fria a uma temperatura de -18°C . Posteriormente a sangria, realizou-se a esfolação dos animais e a retirada da glândula mamária separando-se a mesma da pele. A esfolação dos animais foi realizada pela retirada completa da pele sem componentes musculares e adiposos subcutâneos. Após o procedimento, a pele e a glândula mamária foram pesadas, identificadas e armazenadas a -18°C . As vísceras foram retiradas na etapa de evisceração, colocadas inicialmente em caixa plástica de polietileno para separação em bancada e subdivididas em dois compartimentos denominando-se, trato gastrointestinal e vísceras. Os componentes do trato gastrointestinal compreenderam o somatório do rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado e intestino grosso. Os componentes das vísceras corresponderam a bexiga, vesícula, fígado, pâncreas, rins, baço, língua, coração pulmão, traqueia e esôfago, mais o diafragma. Durante o procedimento, evitou-se a perda de conteúdo interno dos estômagos e intestinos por amarraduras realizadas nas junções específicas da peça anatômica em estudo. Durante a separação do estômago, foram feitas amarraduras na região esofágica, próxima à cárdia. Para a separação dos intestinos, ao serem separados do abomaso, o intestino delgado foi amarrado na sua porção proximal e na região do ânus para evitarem perdas de conteúdos. O estômago total foi separado das demais vísceras, sendo o omento separado nesse momento, constituindo-se na gordura omental. A obtenção dos intestinos se deu após a separação da gordura mesentérica. Os compartimentos estomacais e intestinais foram pesados cheios e vazios, sendo em seguida identificados e armazenados em câmara fria a -18°C . As demais vísceras foram separadas, sendo que o peso do fígado foi obtido após a separação da vesícula biliar. Os rins e coração foram separados da gordura perirrenal e pericárdica, respectivamente. Os demais compartimentos, pâncreas, baço, língua, pulmão, traqueia, esôfago, diafragma e bexiga foram individualmente pesados, identificados e armazenados em câmara fria a -18°C . Os depósitos de gordura foram estabelecidos como gordura omental, gordura mesentérica, gordura perirrenal e gordura pericárdica. A soma destes depósitos de gordura correspondeu à gordura total, sendo pesada, identificada separadamente e armazenada a -18°C . Por último, procedeu-se a retirada das patas e cabeça. A carcaça foi considerada pela diferença dos constituintes e em seguida identificada, pesada e armazenada em câmara fria a -18°C . O peso do corpo vazio foi obtido pela soma dos componentes do corpo do animal.

2.3.2. Amostragem e processamento dos componentes corporais

O procedimento de amostragem dos componentes corporais ocorreu na sala de preparo de amostras pertencente ao Laboratório de Calorimetria e Metabolismo Animal (LAMACA) da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. O procedimento ocorreu de maneira distinta para cada seguimento corporal, posteriormente a retirada das amostras corporais da câmara fria e efetuado seu descongelamento. As amostras de útero e glândula mamária foram pesadas e usadas como peças individuais e inteiras para as análises de composição química corporal. As amostras referentes aos depósitos de gordura, vísceras e trato gastrointestinal foram homogeneizadas e a alíquota realizada proporcionalmente a massa respectiva daquele órgão no corpo e corresponderam a uma alíquota de 300g respectivamente. A amostragem da pele foi realizada pela retirada de regiões específicas do corpo. Foi retirada uma faixa de pele da região dorsal do animal estendendo-se até a cauda. Também retirada uma faixa de pele da pata anterior do animal. A carcaça, cabeça e patas dos animais foram trituradas utilizando-se processador industrial e fragmentadas em tamanhos em torno de 10cm². Em seguida as amostras foram moídas em picador de carne C.A.F. modelo 98 ST e em seguida retiradas alíquotas de 300g de amostras que foram acondicionadas em bandejas de alumínio, pesadas, identificadas e levadas a estufa de ventilação forçada a 55°C por 72h. Após o período estabelecido, as amostras foram retiradas da estufa e pesadas para a determinação da matéria pré-seca gordurosa. Posteriormente ao processo de pré-secagem, procedeu-se o desengorduramento inicial das amostras usando de sacos de TNT (tecido não-tecido) gramatura 100 micras, tamanho 20 x 20 cm, identificados e pesados para a quantificação de perda de gordura. Os componentes corporais foram pesados e adicionados aos sacos de TNT identificados e em seguida colocados dentro de tambores de plástico contendo éter de petróleo por um período de 48 horas e mantidas em câmara fria a 10°C para evitar a perda de éter por volatilização. Após o período estabelecido, as amostras foram retiradas e pesadas, denominando-se de matéria pré-desengordurada. Quando o procedimento de desengorduramento das amostras foi ineficiente, repetiu-se o procedimento para maximizar a extração de gordura dos componentes corporais. O cálculo da extração de gordura nessa etapa é destacado a seguir: $Gordura = (\text{Peso da amostra} - \text{Peso da amostra desengordurada}) / \text{peso inicial} \times 100$. A moagem das amostras foi realizada utilizando-se moinhos Thomas Myller com peneiras de 1 mm e em seguida as amostras foram acondicionadas em recipientes plásticos para as análises laboratoriais estabelecidas.

2.3.3. Análises Laboratoriais

As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Foram realizadas as determinações de matéria seca, matéria mineral, proteína bruta e extração de gordura das amostras do corpo do animal segundo a metodologia proposta por Silva e Queiroz (2002). As amostras de cada componente corporal foram pesadas em cadinhos de porcelana e secas em estufa a 105°C por 6 horas para a determinação de matéria seca. O resíduo do material pesado após essa etapa junto com o cadinho de porcelana foi colocado em forno mufla à temperatura de 600 °C por quatro horas para incineração e determinação da matéria mineral. O nitrogênio total das amostras foi determinado pelo método de combustão usando-se o aparelho Leco®. A extração de gordura foi determinada usando-se o aparelho tipo Soxhlet. A quantificação do teor de gordura das amostras foi realizada pela multiplicação das perdas de gordura durante o processo de secagem, desengorduramento inicial e extração de gordura final no aparelho tipo Soxhlet.

2.3.4. Composição química corporal

A composição corporal foi determinada pela análise química dos conteúdos de água, matéria mineral, gordura e proteína nos componentes corporais analisados separadamente (carcaça, pele, cabeça e patas, vísceras, trato gastrointestinal, depósitos de gordura, glândula mamária e útero). O conteúdo corporal de energia foi obtido calculando-se a quantidade de gordura e proteína pelos equivalentes calóricos conforme proposto pelo ARC (1980).

$$\text{Energia corporal} = (5,6405 \times \text{Proteína}) + (9,3929 \times \text{Gordura})$$

2.3.5. Delineamento experimental e análises estatísticas

Para o estudo da composição corporal, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3 x 2, sendo três pesos de abate (20 kg, 30 kg e 40 kg) e dois manejos nutricionais (manejo *ad libitum* e restrito) perfazendo seis tratamentos experimentais com seis repetições por tratamento. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homocedasticidade e as análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software* R e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + M_j + P_k + MP_{jk} + e_{ijk}$$

em que,

Y_{ijk} = valor referente à observação da repetição i , do tratamento j e das dietas experimentais k ;

μ = média geral;

M_j = efeito do manejo nutricional j ($j = ad libitum$ e restrito);

P_k = efeito do peso de abate k ($k = 20$ kg, 30 kg e 40 kg);

MP_{jk} = interação do manejo nutricional j versus peso de abate k ;

e_{ijk} = erro aleatório associado à observação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação para o peso vivo inicial e final, peso de corpo vazio inicial e final e peso dos componentes corporais, em kg ou gramas e em % do PCVZ, em função do peso de abate e regimes alimentares ($P>0,05$) (Tabela 4).

Tabela 4. Pesos dos componentes corporais (em kg ou g e em % PCVZ) de cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos

Variável	Pesos de abate			Regime		CV ^δ (%)
	20 kg	30 kg	40 kg	<i>Ad libitum</i>	Restrito	
PCVZ inicial	13,20 ^c	17,23 ^b	22,17 ^a	17,32 ^a	17,75 ^a	8,49
PCVZ final	14,13 ^c	22,56 ^b	29,32 ^a	23,19 ^a	20,82 ^b	8,06
PV inicial	17,51 ^c	22,33 ^b	28,23 ^a	22,44 ^a	22,94 ^a	7,85
PV final	19,65 ^c	28,67 ^b	38,36 ^a	29,68 ^a	27,11 ^b	7,51
PV jejum	19,05 ^c	27,14 ^b	35,59 ^a	28,43 ^a	26,09 ^b	6,69
Carcaça (kg)	7,66 ^c	13,12 ^b	17,15 ^a	13,26 ^a	12,03 ^b	8,60
TGI (kg)	1,215 ^b	1,223 ^b	1,440 ^a	1,32 ^a	1,27 ^a	13,98
Pele (kg)	1,234 ^c	1,800 ^b	2,208 ^a	1,871 ^a	1,624 ^b	10,48
Vísceras (kg)	1,903 ^c	2,565 ^b	3,215 ^a	2,678 ^a	2,443 ^b	7,98
Cabeça e patas (kg)	1,735 ^b	2,157 ^a	2,382 ^a	2,093 ^a	2,090 ^a	14,52
Útero (g)	30,42 ^b	60,83 ^a	52,73 ^a	47,57 ^a	48,41 ^a	27,32
Glândula mamária (g)	35,10 ^c	102,66 ^b	172,84 ^a	117,91 ^a	89,16 ^b	26,59
Peso de Corpo Vazio (% PCVZ)						
Carcaça (%)	54,04 ^b	58,20 ^a	58,56 ^a	56,77 ^a	57,10 ^a	3,32
TGI (%)	8,68 ^a	5,40 ^b	4,95 ^b	6,17 ^a	6,51 ^a	14,98
Pele (%)	8,74 ^a	7,97 ^b	7,53 ^b	8,22 ^a	7,94 ^a	6,82
Vísceras (%)	13,56 ^a	11,37 ^b	11,00 ^b	11,86 ^a	12,09 ^a	7,43
Cabeça e patas (%)	12,37 ^a	9,58 ^b	8,15 ^c	9,57 ^b	10,50 ^a	9,98
Útero (%)	0,22 ^{ab}	0,27 ^a	0,18 ^b	0,21 ^a	0,23 ^a	26,48
Glândula mamária (%)	0,24 ^c	0,46 ^b	0,58 ^a	0,46 ^a	0,39 ^b	22,15

Médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem entre si para o mesmo fator pelo teste Tukey ($\alpha=0,05$). ^δCoefficiente de variação. PCVZ = Peso de Corpo Vazio; PV = Peso vivo; TGI = Trato gastrointestinal

Não houve diferenças para o peso vivo inicial e peso de corpo vazio inicial em função dos regimes alimentares ($P>0,05$) o que refletiu a homogeneidade inicial dos lotes de animais experimentais, uma vez que a padronização dos grupos experimentais no início do ensaio é pressuposto necessário para ensaios de exigências nutricionais. O peso vivo inicial ao abate e o PCVZ final dos animais foram influenciados pelo regime nutricional sendo constatados menores pesos para os animais com limitada ingestão de nutrientes ($P<0,05$) (Tabela 4). Houve diferenças em função dos pesos de abate ($P<0,05$) sendo observados maiores peso vivo inicial e final e PCVZ inicial e final pelos animais abatidos aos 40 kg seguidos pelos animais

de 30 kg e pelos animais abatidos aos 20 kg (Tabela 4). Os resultados demonstram uma redução dos pesos pelos animais em restrição nutricional, fato esperado, em virtude da limitação na ingestão de nutrientes e conseqüentemente modificação do desenvolvimento corporal dos animais. Vale ressaltar que animais submetidos à restrição nutricional buscam atingir o estágio de maturidade corporal de animais que não passaram pela restrição, seguindo-se uma priorização normal de crescimento de tecidos e modificações na composição corporal (Berg e Butterfield, 1976). No decorrer do trabalho, a partir das avaliações de composição química corporal, serão realizadas abordagens a esse respeito. Em relação às faixas de peso de abate, houve aumento progressivo a medida que se alcançou o peso alvo atingido. Ressalta-se ainda que a padronização dos resultados para ensaios experimentais em função do peso de corpo vazio, a qual é voltada para avaliação de composição química corporal e exigências nutricionais, pois permitem um índice mais preciso do conteúdo energético e de nutrientes no corpo animal pela eliminação dos efeitos do trato gastrointestinal (Owens et al., 1995).

Pelos dados da Tabela 4 é possível observar que os pesos da carcaça, pele, vísceras e glândula mamária, em gramas, foram afetados negativamente pela restrição nutricional, com exceção do trato gastrointestinal, cabeça e patas e útero, todavia, quando expressos em % do PCVZ, apenas glândula mamária e cabeça mais patas foram afetados pela restrição nutricional ($P < 0,05$). As maiores diferenças foram para pesos da glândula mamária (24,38%), os demais tiveram grandeza de diferenças oscilando entre 8,23 e 13,20%. A pata mais cabeça não apresentaram diferenças nos pesos em função da restrição, pois geralmente são menos influenciados pelo manejo alimentar, pois trata-se de região anatômica com massa óssea proporcionalmente maior que os demais componentes. O peso dos componentes corporais diferiu em função dos pesos de abate ($P < 0,05$). A carcaça, pele, vísceras e glândula mamária seguiram a cronologia de crescimento animal com valores distintos para os três pesos de abate. O peso do trato gastrointestinal foi maior para os animais mais pesados, ou seja, com 40 kg em relação aos de 20 kg e 30 kg. O peso do útero e cabeça e patas foram menores para os animais abatidos aos 20 kg em comparação aos com 30 kg e 40 kg. Quando expressos em % do PCVZ, os componentes de desenvolvimento precoce, como TGI e vísceras, foram maiores para os animais abatidos aos 20 kg em relação aos de 30 kg e 40 kg. Comportamento inverso refletiu para a cabeça mais patas e glândula mamária que tiveram desenvolvimento tardio com maiores proporções com o aumento do peso de abate. A proporção da carcaça foi menor para os animais abatidos aos 20 kg. A proporção do útero foi maior para os animais

abatidos aos 30 kg em relação aos animais abatidos aos 40 kg sendo ambos semelhantes aos animais abatidos aos 20 kg.

A massa dos componentes do corpo é bastante responsiva a restrição nutricional, de modo que alterações na ingestão de nutrientes, em particular energia, geralmente comprometem o desenvolvimento dos tecidos corporais. Nessa pesquisa, os componentes corporais, carcaça, pele, vísceras e glândula mamária, mostraram-se sensíveis a alteração no plano nutricional, proporcionado pela limitação no aporte de energia e proteína, modificando sua massa como tentativa de reduzir os gastos energéticos decorrentes da atividade metabólica no corpo. No caso específico de ocorrerem reduções no plano nutricional, caracterizado por uma restrição quantitativa de nutrientes fornecidos, ações em nível metabólico podem reduzir a taxa e a massa metabolicamente ativa dos tecidos (Freetly et al., 1995; Fluharty e McClure, 1997). No caso particular do TGI, cabeça e patas e útero, a restrição nutricional imposta possivelmente não foi suficiente a ponto de promover alteração na massa desses componentes do corpo dos animais ou houve a capacidade dos animais em modificar a taxa de metabolismo corporal como resposta a priorizar os nutrientes ingeridos evitando mudanças na massa desses componentes.

O estado fisiológico do animal também é fator que influencia no desenvolvimento dos componentes do corpo e pode ser importante fator na interpretação dos resultados obtidos na atual pesquisa. As respostas evidenciadas para os componentes corporais possivelmente estão associada ao crescimento do animal que tende a elevar, em termos absolutos, as estruturas corporais (Sisson e Grossman, 1986) e corroboram com os resultados obtidos por Pires et al. (2000) que observaram desenvolvimento dos constituintes corporais de cordeiros em crescimento abatidos em diferentes pesos. Segundo Sisson e Grossman (1986) o peso absoluto dos componentes não-carcaça tendem a elevar-se a medida em que o animal cresce, todavia, comportamento decrescente é verificado quando os valores são expressos proporcionalmente ao peso vivo e peso de corpo vazio. As maiores proporções dos componentes do trato gastrointestinal e vísceras (% do PCVZ) para os animais abatidos aos 20 kg em relação aos de 30 kg e 40 kg demonstram existir maior desenvolvimento de órgãos e vísceras na fase inicial de crescimento reforçando as afirmações estabelecidas por Berg e Butterfield (1976). Por sua vez, Santos Cruz et al. (2009) avaliando o desenvolvimento dos componentes do peso vivo de cordeiros Santa Inês e Bergamácia abatidos em diferentes pesos observaram que os componentes torácicos ($\beta=0,635$) e abdominais ($\beta=0,963$), apresentaram ritmo de crescimento menor que o do peso corporal vazio, ou seja, o ritmo de crescimento passou a ser lento à medida que aumentou o peso vivo. Esse resultado confirma que o trato

gastrointestinal e vísceras apresentam, de forma geral, crescimento heterogônico negativo, ou seja, desenvolvimento relativo precoce em relação ao peso corporal vazio. No trabalho realizado por Pires et al. (2000) avaliando o crescimento de constituintes corporais de cordeiros abatidos em diferentes pesos (4,12 kg, 20,93 kg, 28,30 kg e 32,57 kg) são apresentados resultados para a dinâmica do crescimento dos componentes não carcaça de ovinos. Os autores verificaram que a proporção os componentes não carcaça foram maiores para os animais abatidos com peso vivo menor.

Houve interação para o peso da gordura, em gramas e em % do PCVZ, em função do peso de abate e regimes alimentares ($P < 0,05$) (Tabela 5).

Tabela 5. Peso e proporção da gordura, em gramas e em % PCVZ, de cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos

Pesos de abate	Gordura (g)		Gordura (% do PCVZ)	
	Regimes alimentares		Regimes alimentares	
	<i>Ad libitum</i>	Restrito	<i>Ad libitum</i>	Restrito
20 kg	364,43 ^{Ca}	257,23 ^{Ba}	2,41 ^{Ca}	1,91 ^{Ba}
30 kg	1653,32 ^{Ba}	1397,00 ^{Aa}	7,01 ^{Ba}	6,50 ^{Aa}
40 kg	3374,88 ^{Aa}	2027,68 ^{Ab}	10,77 ^{Aa}	7,31 ^{Ab}
CV ^o	26,46		20,56	

^aMédias com letras minúsculas iguais na mesma linha indicam semelhança estatística ($P > 0,05$); ^AMédias com letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam semelhança estatística ($P > 0,05$); ^oCoefficiente de variação.

Analisando-se os regimes alimentares conjuntamente, a deposição de gordura, em gramas e em % do PCVZ, foram maiores para os animais abatidos aos 40 kg seguidos pelos animais com 30 kg e pelos de 20 kg ($P < 0,05$), ao passo que a restrição nutricional proporcionou menores pesos de gordura pelos animais abatidos aos 20 kg em relação aos demais ($P < 0,05$). O peso da gordura diferiu em função dos pesos de abate ($P < 0,05$). A restrição nutricional afetou negativamente o peso da gordura, em gramas e em % do PCVZ, para os animais abatidos aos 40 kg (Tabela 5). A maior quantidade de gordura para os animais mais pesados possivelmente está associada à maturidade fisiológica dos animais, em virtude do tecido adiposo ser o último depositado no corpo (Lawrence e Fowler, 2002). Desse modo, a quantidade de gordura corporal depositada pelos animais aumentou em decorrência do aumento do peso e da idade dos animais. Aliado ao mecanismo fisiológico de maturidade animal, o plano nutricional a qual os animais foram impostos também contribuiu para a deposição de tecido adiposo corporal pelos animais em virtude do suprimento dietético de nutrientes e estocagem como tecido de reserva. Baseado nisso, as observações realizadas por

Robelin e Geay (1984) estabelecem que maiores deposições de gordura no corpo dos animais refletem o aumento na ingestão de energia, de maneira que, o sítio de deposição dessa gordura, pode influenciar nos requisitos de manutenção dos animais pela atividade metabólica do tecido adiposo (Owens et al., 1995). A forma como a gordura foi depositada internamente no corpo está apresentada na Tabela 9, 10 e 11. Joy et al. (2008) avaliando o efeito do sistema de alimentação sobre a composição química de componentes da carcaça e não carcaça em cordeiros evidenciaram peso da gordura de animais alimentados sob condições de pastejo em relação aos animais alimentados com concentrado, de 2,251 kg e 2,794 kg respectivamente. Os autores destacaram que o maior valor para o peso da gordura pelos animais pode ser associado ao maior ganho de peso diário para os animais alimentados com concentrado.

Não houve interação significativa para os componentes do trato gastrointestinal em função do peso de abate e regimes alimentares ($P>0,05$) (Tabela 6).

Tabela 6. Pesos dos componentes pertencentes ao trato gastrointestinal (em gramas e em % PCVZ) de cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos

Variável	Pesos de abate			Regime		CV ^δ (%)
	20 kg	30 kg	40 kg	<i>Ad libitum</i>	Restrito	
Estômago vazio (g)	570,88 ^b	662,53 ^b	795,10 ^a	678,33 ^a	674,00 ^a	13,06
Rúmen vazio (g)	355,60 ^b	409,40 ^b	505,02 ^a	429,16 ^a	417,53 ^a	15,76
Retículo vazio (g)	71,41 ^c	86,25 ^b	102,23 ^a	86,42 ^a	86,84 ^a	15,05
Omaso vazio (g)	36,03 ^c	46,76 ^b	58,42 ^a	44,57 ^a	49,57 ^a	21,37
Abomaso (g)	110,80 ^b	100,97 ^b	131,51 ^a	115,02 ^a	113,83 ^a	15,19
Intestino vazio (g)	644,70 ^a	606,87 ^a	645,81 ^a	642,14 ^a	622,78 ^a	18,52
Int. delgado vazio (g)	430,36 ^a	324,46 ^b	371,01 ^{ab}	384,55 ^a	366,00 ^a	23,34
Int. grosso vazio (g)	229,38 ^c	271,23 ^b	303,30 ^a	280,38 ^a	255,56 ^b	9,68
Peso de Corpo Vazio (% PCVZ)						
Estômago vazio (%)	4,06 ^a	2,89 ^b	2,72 ^b	3,08 ^b	3,37 ^a	9,71
Rúmen vazio (%)	2,53 ^a	1,79 ^b	1,73 ^b	1,94 ^a	2,08 ^a	12,38
Retículo vazio (%)	0,51 ^a	0,38 ^b	0,35 ^b	0,39 ^b	0,44 ^a	15,25
Omaso vazio (%)	0,26 ^a	0,21 ^b	0,20 ^b	0,20 ^b	0,24 ^a	19,52
Abomaso (%)	0,78 ^a	0,45 ^b	0,45 ^b	0,54 ^b	0,58 ^a	11,74
Intestino vazio (%)	4,62 ^a	2,69 ^b	2,23 ^b	3,09 ^a	3,27 ^a	22,50
Int. delgado vazio (%)	3,09 ^a	1,44 ^b	1,28 ^b	1,92 ^a	1,96 ^a	29,24
Int. grosso vazio (%)	1,64 ^a	1,20 ^b	1,04 ^b	1,29 ^a	1,30 ^a	12,82

Médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem entre si para o mesmo fator pelo teste Tukey ($\alpha=0,05$). ^δCoefficiente de variação.

A restrição nutricional não afetou a massa dos órgãos que compõem o trato gastrointestinal ($P>0,05$), com exceção do intestino grosso ($P<0,05$). Quando expressos em % do PCVZ, a restrição nutricional afetou a massa do estômago, retículo, omaso e abomaso ($P<0,05$), promovendo maiores valores quando os animais foram submetidos à limitação de

nutrientes. A massa dos componentes do trato gastrointestinal, em gramas, diferiu em função dos pesos de abate ($P < 0,05$) com cada componente respondendo de forma diferente ao aumento do peso animal, todavia, quando expressos em % do PCVZ, os resultados evidenciaram maiores proporções para os animais com 20 kg ($P < 0,05$) (Tabela 6).

No presente estudo, é possível que a restrição nutricional imposta aos animais não tenha sido suficiente para promover alteração na massa dos componentes do trato gastrointestinal, exceto para o intestino grosso. Os órgãos que compõem o sistema digestório demandam muita energia, e, sob restrições severas, o animal tende a reduzir sua dinâmica de crescimento, preservando o desenvolvimento de órgãos que sejam vitais à sobrevivência. O trato gastrointestinal possui atividade metabólica elevada, principalmente por participarem no metabolismo de nutrientes, podendo sofrer modificações em resposta à ingestão de energia (Ferrel e Jenkins, 1998). Segundo Van Soest (1994) a massa dos componentes do rúmen e retículo sofre influencia de fatores dietéticos, principalmente em virtude do teor de energia da dieta. Mesmo sofrendo uma restrição quantitativa de nutrientes, os animais em restrição nutricional mantiveram a integridade e desenvolvimento dos componentes estomacais priorizando a utilização dos nutrientes. Os dados obtidos nessa pesquisa reforçam a constatação obtida por Fontenele et al. (2010) em estudos com ovinos da raça Santa Inês machos, alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável (2,08; 2,28; 2,47 e 2,69 Mcal de EM/kg de MS) e com os resultados observados por Camilo et al. (2012) trabalhando com ovinos Morada Nova machos, alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável (2,08; 2,28; 2,47 e 2,69 Mcal de EM/kg de MS) em que os autores não constataram diferenças entre componentes do trato gastrointestinal dos animais, em gramas, com aumento do nível de EM na dieta.

O crescimento animal também pode refletir em mudanças no peso absoluto dos componentes do trato gastrointestinal em termos quantitativos, refletido nessa pesquisa pelo avanço do peso de abate. Dessa maneira, à medida que o animal ganha peso, seus tecidos sofrem acréscimo no número e no tamanho das células acarretando em maiores atividades metabólicas, decorrente dos processos de hiperplasia e hipertrofia celulares ligadas ao crescimento e desenvolvimento do animal e incrementando atividade celular e consequentemente elevando as demandas energéticas desses tecidos (Lawrence e Fowler, 2002). Todavia, ao analisar a massa dos componentes em relação ao peso de corpo vazio, % do PCVZ, a menor proporção com o aumento do peso de abate dos animais pode ser resultante do desenvolvimento precoce de órgãos internos na fase inicial de crescimento animal, ao passo que, com a elevação do peso animal há uma redução proporcional da massa

do órgão em relação ao animal inteiro. Segundo Berg e Butterfield (1976) observam-se precocidade no crescimento de órgãos na fase inicial de crescimento do animal diferenciando em relação a estruturas envolvidas nos processos de locomoção e armazenamento que apresentam desenvolvimento tardio (Jenkins e Leymaster, 1993). Tal fato foi observado no estudo realizado por Santos-Cruz et al. (2009) avaliando o desenvolvimento dos componentes do peso vivo de cordeiros Santa Inês e Bergamácia abatidos em diferentes pesos. Os autores constataram para os componentes intestinais ($\beta=0,963$) ritmo de crescimento menor que o do peso corporal vazio, ou seja, o ritmo de crescimento passou a ser lento à medida que aumentou o peso vivo, ou seja, o crescimento foi heterogônico negativo ou desenvolvimento relativo precoce em relação ao peso corporal vazio.

Houve interação significativa para a massa do fígado e diafragma em função do peso de abate e regimes alimentares ($P<0,05$). O desdobramento da interação está apresentado na Tabela 8. Não houve interação significativa para os demais componentes do sistema visceral em função do peso de abate e regimes alimentares ($P>0,05$) (Tabela 7).

Tabela 7. Massa dos componentes pertencentes ao sistema visceral (em quilos ou gramas e em % PCVZ) de cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos

Variável	Pesos de abate			Regime		CV ^δ (%)
	20 kg	30 kg	40 kg	<i>Ad libitum</i>	Restrito	
Bexiga (g)	10,80 ^b	12,77 ^{ab}	16,00 ^a	12,48 ^a	13,89 ^a	31,03
Vesícula (g)	2,32 ^a	2,44 ^a	2,71 ^a	2,72 ^a	2,26 ^a	28,17
Pâncreas (g)	31,07 ^b	32,84 ^b	45,68 ^a	36,37 ^a	36,69 ^a	16,96
Rins (g)	64,82 ^c	73,72 ^b	86,13 ^a	79,07 ^a	70,70 ^b	9,57
Baço (g)	31,23 ^c	51,68 ^b	68,78 ^a	53,42 ^a	47,70 ^a	23,45
Língua (g)	61,07 ^b	84,96 ^a	84,71 ^a	78,44 ^a	75,38 ^a	28,12
Coração (g)	91,25 ^c	119,83 ^b	139,80 ^a	121,91 ^a	112,01 ^b	12,21
Pulmão (g)	232,99 ^c	283,46 ^b	336,22 ^a	300,31 ^a	268,14 ^b	10,80
Traqueia e esôfago (g)	127,09 ^b	182,68 ^a	203,49 ^a	164,36 ^a	177,82 ^a	21,04
Sangue (g)	887,63 ^c	1239,20 ^b	1621,04 ^a	1287,87 ^a	1210,71 ^a	10,89
Peso do Corpo Vazio (%PCVZ)						
Bexiga (%)	0,08 ^a	0,06 ^a	0,06 ^a	0,06 ^a	0,07 ^a	36,24
Vesícula (%)	0,02 ^a	0,01 ^b	0,01 ^b	0,01 ^a	0,01 ^a	29,61
Pâncreas (%)	0,22 ^a	0,15 ^b	0,16 ^b	0,17 ^a	0,18 ^a	20,01
Rins (%)	0,46 ^a	0,33 ^b	0,30 ^b	0,37 ^a	0,36 ^a	14,99
Baço (%)	0,22 ^a	0,23 ^a	0,24 ^a	0,23 ^a	0,23 ^a	21,45
Língua (%)	0,44 ^a	0,38 ^{ab}	0,29 ^b	0,35 ^a	0,38 ^a	25,64
Coração (%)	0,65 ^a	0,53 ^b	0,48 ^b	0,55 ^a	0,56 ^a	10,20
Pulmão (%)	1,66 ^a	1,26 ^b	1,15 ^b	1,35 ^a	1,36 ^a	10,62
Traqueia e esôfago (%)	0,91 ^a	0,82 ^{ab}	0,70 ^b	0,74 ^b	0,88 ^a	21,60
Fígado (%)	1,99 ^a	1,56 ^b	1,46 ^b	1,78 ^a	1,57 ^b	11,91

Diafragma (%)	0,59 ^a	0,56 ^a	0,61 ^a	0,61 ^a	0,57 ^b	9,74
Sangue (%)	6,33 ^a	5,49 ^b	5,55 ^b	5,65 ^a	5,92 ^a	10,12

Médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem entre si para o mesmo fator pelo teste Tukey ($\alpha=0,05$). ^oCoeficiente de variação.

A restrição nutricional não afetou a massa dos órgãos que compõem o sistema visceral, com exceção dos rins, coração e pulmão ($P<0,05$). Quando expressos em % do PCVZ, a restrição nutricional afetou a massa da traqueia mais esôfago, ocasionando maiores valores para os animais que tiveram limitação no fornecimento de nutrientes ($P<0,05$) (Tabela 7). A massa dos componentes viscerais, em gramas, diferiu em função dos pesos de abate, sendo que cada componente apresentou desenvolvimento distinto, conforme a elevação do peso animal ($P<0,05$). Não houve diferenças para a massa da vesícula, considerando-se os pesos de abate ($P>0,05$) (Tabela 7). A massa da vesícula, pâncreas, rins, coração, pulmão e sangue, expressos em % do PCVZ, foram maiores para os animais abatidos aos 20 kg quando comparados aos demais pesos de abate ($P<0,05$). Para língua, traqueia e esôfago, maiores proporções foram observadas para os animais abatidos aos 20 kg em relação aos com 40 kg, sendo ambos semelhantes aos de 30 kg ($P<0,05$). A bexiga, baço e diafragma não sofreram efeito do peso de abate ($P>0,05$) (Tabela 7).

No presente estudo, possivelmente o nível de restrição nutricional imposta aos animais não foi suficiente a ponto de promover alteração na massa dos componentes viscerais dos animais experimentais, exceto o peso dos rins, pulmão e coração. Esses órgãos que desenvolvem papel central no metabolismo corporal e modificam sua massa e atividade metabólica pela mudança no plano nutricional. Diante disso, a limitação no aporte nutricional realizada nessa pesquisa e consequentemente a redução na ingestão de nutrientes, tais como energia e proteína, podem ter comprometido o desenvolvimento dos órgãos de natureza metabólica. Os rins, por exemplo, tem atividade metabólica alta, principalmente por participarem no metabolismo de nutrientes, podendo sofrer modificações em resposta à ingestão de energia (Ferrel e Jenkins, 1998). A massa do pulmão e coração, em gramas, também reduziu com o fornecimento de uma alimentação com limitada oferta de nutrientes, provavelmente devido à participação específica desses órgãos no metabolismo corporal, sendo responsivos à ingestão de energia e reduzem o tamanho dos componentes viscerais, como forma de reduzir os gastos energéticos (Black, 1989).

A condição fisiológica do animal pode influenciar o desenvolvimento dos componentes do corpo. De acordo com os dados obtidos na atual pesquisa, observaram-se aumento na massa dos órgãos que compõem o sistema visceral à medida que se elevou o peso de abate dos animais e possivelmente essa resposta está associada ao desenvolvimento do

animal, permitindo ocorrer alterações na estrutura dos tecidos viscerais em termos quantitativos. Dessa maneira, à medida que o animal ganha peso, seus tecidos sofrem acréscimo no número e no tamanho das células, podendo resultar em maiores atividades metabólicas (Sisson e Grossman, 1986). A hiperplasia e hipertrofia celular ocorrem em função do crescimento e desenvolvimento do animal promovendo aumento no metabolismo celular associado ao incremento nas demandas energéticas desses tecidos. Segundo Ferrell et al. (1986) a atividade metabólica do órgão acompanha o metabolismo por unidade de tecido e tamanho do mesmo. No caso específico do coração e pulmão, órgãos de intensa atividade metabólica, a massa desses órgãos em função dos pesos de abate evidenciam o aumento na necessidade metabólica, devido o maior metabolismo das cordeiras e o estado fisiológico de crescimento. O pulmão apresentou comportamento semelhante ao coração, obtendo, portanto um aumento em sua massa em função do peso ao abate. Possivelmente a mesma explicação utilizada para o coração pode ser dada no caso do pulmão. Essa constatação se dá porque, apesar de possuírem tecidos diferentes em composição e estrutura celular, o coração e o pulmão desempenham atividades altamente relacionadas. O coração bombeia para todo o corpo o sangue oxigenado pelo pulmão. Assim, se um deles tiver sua atividade aumentada, o outro possivelmente desempenhará suas funções na mesma proporção. Mesmo tendo elevação do peso com o aumento do estado fisiológico, a avaliação dos componentes viscerais, em % do PCVZ, revelam maior proporção dos componentes viscerais com o aumento do peso de abate dos animais como resultante do desenvolvimento precoce de órgãos internos na fase inicial de crescimento animal, ao passo que, com a elevação do peso animal há uma redução proporcional da massa do órgão em relação ao animal inteiro. A maior relação dos componentes dos órgãos envolvidos no sistema respiratório e de metabolismo dos nutrientes durante a fase inicial de crescimento do animal se dá, devido a essencialidade para os processos vitais dos animais, diferenciando em relação a estruturas envolvidas nos processos de locomoção e armazenamento que apresentam desenvolvimento tardio (Jenkins e Leymaster, 1993). Segundo Berg e Butterfield (1976) observam-se precocidade no crescimento de órgãos e vísceras e o desenvolvimento desses constituintes corporais é mais evidenciado durante a fase inicial da vida do animal, no entanto, à medida que há o crescimento do animal, ocorre elevação do peso e há uma redução proporcional da massa do órgão em relação ao animal inteiro, passando assim, a representar menor proporção do peso do corpo vazio em virtude do maior crescimento de tecidos musculares e tecidos adiposos. Os dados aqui obtidos corroboraram aos realizado por Santos-Cruz et al. (2009) avaliando o desenvolvimento dos componentes do peso vivo de cordeiros Santa Inês e Bergamácia

abatidos em diferentes pesos. Os autores constataram para os componentes intestinais ($\beta=0,963$) ritmo de crescimento menor que o do peso corporal vazio, ou seja, o ritmo de crescimento passou a ser lento à medida que aumentou o peso vivo, ou seja, o crescimento foi heterogênico negativo ou desenvolvimento relativo precoce em relação ao peso corporal vazio.

Houve interação significativa para a massa do fígado e diafragma em função do peso de abate e regimes alimentares ($P<0,05$) (Tabela 8).

Tabela 8. Massa do fígado e diafragma, em gramas, de cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos

Pesos de abate	Fígado		Diafragma	
	Regimes alimentares		Regimes alimentares	
	<i>Ad libitum</i>	Restrito	<i>Ad libitum</i>	Restrito
20 kg	303,38 ^{Ca}	256,15 ^{Ca}	89,48 ^{Ca}	77,28 ^{Ca}
30 kg	392,58 ^{Ba}	315,28 ^{Bb}	138,08 ^{Ba}	116,93 ^{Ba}
40 kg	500,75 ^{Aa}	360,87 ^{Ab}	201,73 ^{Aa}	157,85 ^{Ab}
CV ^o	12,09		10,75	

^aMédias com letras minúsculas iguais na mesma linha indicam semelhança estatística ($P>0,05$); ^AMédias com letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam semelhança estatística ($P>0,05$); ^oCoefficiente de variação.

Analisando-se os regimes alimentares em conjunto, a massa do fígado e diafragma, em gramas, foram maiores para os animais abatidos aos 40 kg seguidos pelos animais abatidos aos 30 kg e pelos animais de 20 kg ($P<0,05$) (Tabela 8). A massa do fígado e diafragma diferiu em função do peso de abate ($P<0,05$). A restrição nutricional afetou negativamente o peso do fígado pelos animais com 30 kg e 40 kg e diafragma pelos animais com 40 kg ($P<0,05$) (Tabela 8). Órgãos que desempenham função central no metabolismo dos nutrientes no corpo, como por exemplo, o fígado, possui altas taxas metabólicas, pois participa ativamente no metabolismo de nutrientes e, portanto, responde à ingestão de energia (Owens et al., 1995). Na literatura destaca-se que o desenvolvimento de órgãos como fígado sofrem rápidas mudanças em sua massa quando o animal recebe dieta acima da manutenção e, ao contrário, diminuem sua massa em regimes alimentares abaixo do nível de manutenção (Black, 1989). Sob esse aspecto, a menor ingestão pelos animais submetidos a restrição nutricional imposta, limitando o fornecimento de energia e proteína aos animais experimentais na realização desse estudo, influenciou negativamente a massa do fígado, em gramas, concordando com as informações destacadas por Drouillard et al. (1991), em que o efeito da restrição alimentar reduz a massa visceral dos órgãos internos, numa tentativa do organismo

em reduzir suas exigências nutricionais. A influencia do plano nutricional, em particular do teor dietético de energia, sobre a desenvolvimento do fígado obtido nessa pesquisa estão em concordância aos resultados obtidos por Fontenele et al. (2010) e Camilo et al (2012) trabalhando com ovinos da raça Santa Inês e Morada Nova alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável observaram aumento linear da massa do fígado com o incremento do nível de EM na dieta. Ressalta-se também que além do aspecto nutricional influenciando a massa dos órgãos, fatores como o peso de abate influenciam a massa dos órgãos internos (Pires et al., 2000). Fisiologicamente, o crescimento e desenvolvimento do indivíduo, se dá pelo aumento de seus tecidos a partir do acréscimo no número e no tamanho das células, de modo que, há aumento no peso animal. Dessa maneira, a maior ingestão pelos animais mais pesados nessa pesquisa proporcionou um maior incremento na massa do fígado associado a dinâmica fisiológica de crescimento dos animais. As informações aqui obtidas demonstraram o aumento na massa do fígado à medida que se elevou o peso de abate dos animais podem ser justificadas pelo desenvolvimento do animal, permitindo ocorrer alterações na estrutura dos tecidos viscerais em termos quantitativos.

Não houve interação para a massa dos depósitos de gordura pericárdica, em gramas, mesentérica e pericárdica, em % do PCVZ considerando os pesos de abate e regimes alimentares ($P>0,05$) (Tabela 9). A restrição nutricional não afetou o peso do depósito de gordura pericárdica expressos em gramas e em % do PCVZ e o depósito de gordura mesentérica, em % do PCVZ ($P>0,05$). No entanto, a deposição dessa gordura foi afetada pelo peso de abate ($P<0,05$), sendo que a massa do depósito de gordura pericárdica, expressos em gramas e em % do PCVZ, foram maiores para os animais abatidos aos 40 kg quando comparados aos demais pesos de abate ($P<0,05$). O peso do depósito de gordura mesentérica, expresso em % PCVZ, foi menor para os animais abatidos aos 20 kg em relação aos demais grupos de abate ($P<0,05$) (Tabela 9).

Tabela 9. Massa dos depósitos de gordura (em gramas e em % PCVZ) de cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos

Variável	Pesos de abate			Regime		CV ^δ (%)
	20 kg	30 kg	40 kg	<i>Ad libitum</i>	Restrito	
Gordura pericárdica (g)	59,45 ^b	107,38 ^b	222,35 ^a	115,80 ^a	103,65 ^a	61,17
	% Peso do Corpo Vazio (% PCVZ)					
Gordura mesentérica (%)	0,88 ^b	2,01 ^a	2,29 ^a	1,81 ^a	1,64 ^a	18,72
Gordura pericárdica (%)	0,42 ^b	0,48 ^b	0,74 ^a	0,61 ^a	0,47 ^a	43,61

Médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem entre si para o mesmo fator pelo teste Tukey ($\alpha=0,05$). ^δCoeficiente de variação.

A gordura é o componente que apresenta maior variação em função do nível nutricional e exerce importante função de reserva energética (Cunningham, 2004), além disso, o tecido adiposo possui desenvolvimento por meio de hiperplasia e hipertrofia dos adipócitos (Sainz e Hasting, 2000). Associado a esse mecanismo fisiológico, a elevação na ingestão de energia geralmente promove aumento na deposição de gordura no corpo do animal, fato não observado na atual pesquisa. A menor ingestão de nutriente pelos animais em restrição nutricional, o qual limitou o suprimento dietético de energia e proteína aos animais, não foi suficiente a ponto de promover diferenças na deposição de gordura pericárdica e mesentérica. Ressalta-se a importância da gordura pericárdica como reserva energética imediata do miocárdio por se tratar de um tecido metabolicamente muito ativo (Ding et al., 2009). Uma possível explicação para não terem ocorrido modificações na deposição de gordura pelos animais em restrição nutricional pode estar associado a um desvio seu metabolismo como forma de manter a deposição de gordura nessa cavidade corporal. A maior deposição de gordura corporal para os animais abatidos aos 40 kg pode ter sido causa da maturidade fisiológica dos animais e corroboram com Lawrence e Fowler (2002) que destaca que o último o tecido a ser depositado no corpo é o tecido adiposo. Portanto, a quantidade de gordura corporal depositadas pelos animais aumentou em decorrência do aumento do peso e da idade dos animais.

Houve interação significativa para a massa dos depósitos de gordura omental, mesentérica e perirrenal, em gramas, e para os depósitos de gordura omental e perirrenal, em % PCVZ, em função do peso de abate e regimes alimentares ($P < 0,05$) (Tabela 10 e 11). Analisando-se os regimes alimentares isoladamente, os maiores depósitos de gordura, em gramas e em % do PCVZ, foram verificados para os animais abatidos aos 40 kg seguidos pelos animais abatidos aos 30 kg e pelos animais abatidos aos 20 kg em condições de alimentação *ad libitum* ($P < 0,05$), ao passo que a restrição nutricional proporcionou menores pesos dos depósitos de gordura para os animais abatidos aos 20 kg em relação aos demais grupos. Considerando-se os pesos de abate, houve diferenças apenas para os animais abatidos aos 40 kg, constatando-se menores pesos dos depósitos de gordura pelos animais em restrição nutricional ($P < 0,05$) (Tabela 10 e 11).

Tabela 10. Massa dos depósitos de gordura, em gramas, de cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos

Pesos de abate	Gordura omental		Gordura mesentérica		Gordura perirrenal	
	Regimes alimentares		Regimes alimentares		Regimes alimentares	
	<i>Ad libitum</i>	Restrito	<i>Ad libitum</i>	Restrito	<i>Ad libitum</i>	Restrito
20 kg	106,88 ^{Ca}	57,47 ^{Ba}	135,93 ^{Ca}	114,00 ^{Ba}	53,10 ^{Ca}	35,38 ^{Ba}
30 kg	729,25 ^{Ba}	609,37 ^{Aa}	465,50 ^{Ba}	439,13 ^{Aa}	347,48 ^{Ba}	244,83 ^{Aa}
40 kg	1436,72 ^{Aa}	869,17 ^{Ab}	797,82 ^{Aa}	558,88 ^{Ab}	852,55 ^{Aa}	442,73 ^{Ab}
CV ^o	27,64		22,65		42,74	

^aMédias com letras minúsculas iguais na mesma linha indicam semelhança estatística (P>0,05); ^AMédias com letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam semelhança estatística (P>0,05); ^oCoefficiente de variação.

Tabela 11. Proporção dos depósitos de gordura, em % do PCVZ, de cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos

Pesos de abate	Gordura omental		Gordura perirrenal	
	Regimes alimentares		Regimes alimentares	
	<i>Ad libitum</i>	Restrito	<i>Ad libitum</i>	Restrito
20 kg	0,69 ^{Ca}	0,43 ^{Ba}	0,35 ^{Ca}	0,26 ^{Ba}
30 kg	3,10 ^{Ba}	2,84 ^{Aa}	1,46 ^{Ba}	1,14 ^{Aa}
40 kg	4,60 ^{Aa}	3,12 ^{Ab}	2,72 ^{Aa}	1,59 ^{Ab}
CV ^o	24,06		37,17	

^aMédias com letras minúsculas iguais na mesma linha indicam semelhança estatística (P>0,05); ^AMédias com letras maiúsculas iguais na mesma coluna indicam semelhança estatística (P>0,05); ^oCoefficiente de variação.

A menor ingestão pelos animais submetidos à restrição nutricional, limitando o suprimento dietético de energia e proteína aos animais experimentais na realização desse estudo, influenciou negativamente os depósitos de gorduras intracavitários para os animais abatidos aos 40 kg corroborando com as observações realizadas por Robelin e Geay (1984), que sugerem que a elevação na ingestão de energia geralmente promove aumento na deposição de gordura no corpo do animal, ao passo que, maiores deposições de gordura na cavidade torácica resultam em incremento das exigências para manutenção em virtude da maior atividade metabólica do tecido adiposo (Owens et al., 1995). Ressalta-se ainda o fato de existir perda de energia alimentar quando há maiores deposições de gordura nas regiões internas do corpo (Ferreira et al., 2000). Na presente pesquisa, a maior deposição de gordura corporal para os animais abatidos aos 40 kg pode ter sido causa da maturidade fisiológica dos animais. Conforme descrição Lawrence e Fowler (2002) o primeiro tecido a ser depositado e o primeiro a cessar seu crescimento é o tecido nervoso, seguido pelos tecidos ósseo, muscular e por último o tecido adiposo, e, portanto, a quantidade de gordura corporal depositadas pelos animais foi incrementada em decorrência do aumento do peso e da idade dos animais.

No trabalho realizado por Sen et al. (2004) avaliando a composição da carcaça de ovinos com um ano de idade, mantidos em condições de alimentação *ad libitum* (50:50 de volumoso e concentrado) os depósitos de gordura mesentérica, omental, e perirrenal em relação ao peso de corpo vazio foram de 1,65%, 3,92% e 2,94% respectivamente. Esses resultados foram próximos aos aqui obtidos, principalmente para os animais abatidos em pesos mais elevados, a saber, 30 kg e 40 kg. Ressalta-se ainda, a distribuição e forma de deposição da gordura parece afetar as exigências de energia de manutenção, sendo observada maior atividade metabólica do tecido adiposo interno do que no tecido adiposo subcutâneo (Thompson et al., 1983). Camilo et al. (2010) destacaram que ovinos naturalizados, como os da raça Santa Inês, são adaptados a condições semiárido nordestinas e possuem grande capacidade de acumular reservas energéticas na forma de gordura abdominal, por sua vez, esta é mais facilmente metabolizada em relação à gordura subcutânea, quando em períodos de escassez de alimentos. O aumento da quantidade de gordura abdominal (Tabela 9) comprova a habilidade fisiológica que esses animais possuem em depositar gordura na cavidade abdominal.

Composição química dos constituintes corporais

Não houve interação para composição química de água, proteína, gordura, minerais, em gramas e em g/kg de PCVZ, e energia, em Mcal/kg, na carcaça, cabeça mais patas e pele de cordeiras Santa Inês em função do peso de abate e regimes alimentares ($P > 0,05$) (Tabela 12). A restrição afetou negativamente o conteúdo de água corporal na carcaça, em gramas ($P < 0,05$), todavia, quando expressos, em g/kg de PCVZ, não houve efeito da restrição nutricional sobre a composição química da carcaça ($P > 0,05$) (Tabela 12). A composição química da carcaça, em gramas e em g/kg de PCVZ, diferiram em função dos pesos de abate ($P < 0,05$). Maiores quantidades de água, gordura, proteína, minerais e energia, em valores absolutos, seguiram o crescimento animal tendo valores distintos para as três faixas de peso animal. Quando expressos, em g/kg de PCVZ e Mcal/kg, o conteúdo de gordura e energia corporal na carcaça foram maiores para os animais com 30 kg e 40 kg em comparação aos animais com 20 kg ($P < 0,05$) enquanto houve redução do conteúdo de água ($P < 0,05$). As concentrações de proteína e minerais (g/kg de PCVZ) não foram afetadas pelos pesos de abate ($P > 0,05$) (Tabela 12).

Tabela 12. Composição química de água, proteína, gordura, minerais, em kg ou gramas e em g/kg de PCVZ, e energia, em Mcal/kg, na carcaça, cabeça mais patas e pele de cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos

Carcaça						
Nutrientes	Pesos de abate			Regime		CV ^δ (%)
	20 kg	30 kg	40 kg	<i>Ad libitum</i>	Restrito	
Água (kg)	4,86 ^c	6,31 ^b	8,11 ^a	6,80 ^a	6,05 ^b	16,18
Gordura (kg)	1,06 ^c	4,03 ^b	5,42 ^a	3,65 ^a	3,35 ^a	23,95
Proteína (kg)	1,35 ^c	2,17 ^b	2,76 ^a	2,17 ^a	2,01 ^a	11,62
Minerais (kg)	0,41 ^c	0,61 ^b	0,86 ^a	0,63 ^a	0,61 ^a	18,01
Energia (Mcal)	17,51 ^c	50,11 ^b	66,48 ^a	46,55 ^a	42,85 ^a	18,39
Carcaça (g/kg de PCVZ)						
Água (g/kg PCVZ)	343,37 ^a	279,54 ^b	276,64 ^b	299,99 ^a	299,71 ^a	11,66
Gordura (g/kg PCVZ)	72,92 ^b	179,36 ^a	185,12 ^a	145,68 ^a	145,92 ^a	19,36
Proteína (g/kg PCVZ)	95,09 ^a	95,94 ^a	94,63 ^a	94,52 ^a	95,92 ^a	9,11
Minerais (g/kg PCVZ)	28,98 ^a	27,15 ^a	29,25 ^a	27,49 ^a	29,44 ^a	14,98
Energia (Mcal/kg)	1221,33 ^b	2225,82 ^a	2272,62 ^a	1901,56 ^a	1911,62 ^a	14,39
Cabeça e Patas						
Água (kg)	1,06 ^b	1,26 ^a	1,34 ^a	1,23 ^a	1,21 ^a	15,88
Gordura (g)	192,11 ^b	302,09 ^a	345,13 ^a	275,49 ^a	284,07 ^a	17,41
Proteína (g)	289,87 ^c	360,45 ^b	422,99 ^a	355,15 ^a	360,39 ^a	15,86
Minerais (g)	196,84 ^b	235,06 ^{ab}	274,22 ^a	233,73 ^a	237,01 ^a	20,32
Energia (Mcal)	3,44 ^c	4,87 ^b	5,63 ^a	4,59 ^a	4,70 ^a	15,44
Cabeça e Patas (g/kg de PCVZ)						
Água (g/kg PCVZ)	75,42 ^a	55,90 ^b	45,74 ^c	56,52 ^b	61,52 ^a	11,17
Gordura (g/kg PCVZ)	13,63 ^a	13,48 ^a	11,78 ^a	12,18 ^b	13,75 ^a	12,69
Proteína (g/kg PCVZ)	20,63 ^a	16,02 ^b	14,51 ^b	16,25 ^b	17,86 ^a	11,65
Minerais (g/kg PCVZ)	14,00 ^a	10,45 ^b	9,48 ^b	10,79 ^a	11,84 ^a	17,80
Energia (Mcal/kg)	244,34 ^a	216,95 ^b	192,58 ^c	206,06 ^b	229,86 ^a	10,41
Pele						
Água (kg)	0,848 ^c	1,166 ^b	1,402 ^a	1,233 ^a	1,045 ^b	11,56
Gordura (g)	80,19 ^b	208,17 ^a	229,75 ^a	181,33 ^a	164,07 ^a	33,79
Proteína (g)	280,11 ^c	398,71 ^b	543,29 ^a	427,46 ^a	387,28 ^b	14,35
Minerais (g)	25,92 ^a	27,53 ^a	32,47 ^a	29,38 ^a	27,90 ^a	24,25
Energia (Mcal)	2,33 ^c	4,20 ^b	5,22 ^a	4,11 ^a	3,73 ^a	17,87
Pele (g/kg de PCVZ)						
Água (g/kg PCVZ)	60,02 ^a	51,57 ^b	47,78 ^b	54,65 ^a	51,60 ^b	7,41
Gordura (g/kg PCVZ)	5,65 ^b	9,21 ^a	7,86 ^{ab}	7,59 ^a	7,56 ^a	29,21
Proteína (g/kg PCVZ)	19,88 ^a	17,67 ^a	18,51 ^a	18,56 ^a	18,81 ^a	13,69
Minerais (g/kg PCVZ)	1,87 ^a	1,22 ^b	1,11 ^b	1,37 ^a	1,43 ^a	31,24
Energia (Mcal/kg)	165,17 ^a	186,25 ^a	178,22 ^a	175,99 ^a	177,10 ^a	15,15

Médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem entre si para o mesmo fator pelo teste Tukey ($\alpha=0,05$). ^δCoefficiente de variação.

Ao contrário dos animais em restrição nutricional, possivelmente o maior desenvolvimento da carcaça pelos animais *ad libitum* implicaram nas diferenças aqui obtidas. Dentre os principais componentes da carcaça, a água correspondeu a 51,28 e 50,29% da

constituição do corpo para os animais alimentados *ad libitum* e restrito, respectivamente, semelhantes aos valores obtidos por Mahgoub et al. (2000) para animais com alta e baixa concentração de energia na dieta. No estudo realizado pelos autores, os animais em restrição alimentar recebendo com uma ração com limitado aporte de nutrientes não modificaram a composição química de gordura, proteína, minerais e energia da carcaça. Ressalta-se, a partir de informações contidas no capítulo 2 (Tabela 4), que a menor oferta de nutrientes para os animais em restrição alimentar implicaram em modificação no consumo de nutrientes. Todavia, os resultados obtidos demonstram que a restrição nutricional imposta não foi severa o bastante para alterar a composição dos nutrientes depositados no corpo ou existe a possibilidade de ter ocorrido uma prioridade na utilização de nutrientes, em uma tentativa dos animais submetidos à restrição nutricional buscarem atingir o estágio de maturidade corporal de animais que não passaram pela restrição, seguindo uma priorização normal de crescimento de tecidos depositados no corpo (Berg e Butterfield, 1976).

O estado fisiológico de crescimento do animal pode alterar a composição corporal, uma vez que as taxas de deposição dos principais tecidos constituintes do corpo, a saber: ósseo, muscular e adiposo, muda ao longo da vida dos animais, e conseqüentemente, a composição corporal varia com o decorrer do tempo (Henrique et al., 2006). A elevação do peso animal e conseqüentemente da carcaça, incrementou as deposições de nutrientes, sendo diferentes aos relatados na literatura e obtidos por Silva et al (2007) avaliando a composição química de cordeiros Ile de France e Churra da Terra Quente abatidos aos 23,9 kg e 12,3 kg, respectivamente. Os autores verificaram valores de composição química da carcaça de água, minerais, gordura, proteína e energia de 12,8 kg; 1,05 kg; 6,30 kg, 3,56 kg e 328,1 Mcal para cordeiros Ile De France e de 6,83; 0,63; 2,88; 1,92 e 157,9 para cordeiros Churra da Terra Quente. É possível que tal ocorrência tenha sido influenciada pelo genótipo animal, visto que as cordeiras utilizadas nesse trabalho não se assemelham geneticamente às supracitadas.

Os maiores conteúdos de gordura e energia proporcionais ao PCVZ nos animais abatidos com maior peso ocorreram principalmente pelo menor desenvolvimento dos demais tecidos de sustentação (ósseo e muscular) além da água corporal próximo à fase adulta ter atingido um limiar das taxas de formação e deposição, e, portanto, à medida que o animal alcança a maturidade ou peso adulto, ocorrem maiores deposições de gordura na carcaça (Hammond, 1965) e, desta forma, a proporção de gordura torna-se maior nas carcaças mais pesadas, em relação aos teores de proteína, matéria mineral e água. Mahgoub et al. (2000) avaliando a densidade de energia na dieta e seus efeitos na composição da carcaça de cordeiros observaram que a idade e o aumento do peso dos animais alimentados com dietas

mais densas em energia causaram redução nos teores de proteína bruta e água na carcaça ($P < 0,05$). Animais jovens contêm mais água e menos gordura em sua composição, e, as concentrações de proteína, cinzas e água decrescem com o aumento da idade e da engorda (Oliveira et al., 2004). Houve um concomitante aumento da energia corporal em relação aos maiores depósitos de gordura na carcaça. A elevação do peso animal e conseqüentemente da carcaça obtida nessa pesquisa, incrementou as deposições de nutrientes, sendo diferentes aos relatados na literatura e obtidos por Silva et al. (2007) avaliando a composição química de cordeiros Ile de France e Churra da Terra Quente abatidos aos 23,9 kg e 12,3 kg, respectivamente, verificaram valores de composição química da carcaça, g/kg de PCVZ, de água, minerais, gordura, proteína e energia de 542,7; 44,3; 258,4; 149,5 e 13,6 para cordeiros Ile de France e de 559,9; 50,9; 228,1; 156,7 e 12,6 para cordeiros Churra da Terra Quente.

A composição química da cabeça mais patas, em gramas e Mcal, não foram afetados pelos regimes nutricionais ($P > 0,05$), entretanto, quando expressos em g/kg de PCVZ e Mcal/kg, a restrição nutricional afetou positivamente os conteúdos de água, gordura, proteína e energia na cabeça mais patas ($P < 0,05$) (Tabela 12). Houve efeito dos pesos de abate sobre a composição química da cabeça mais patas dos animais ($P < 0,05$) com o conteúdo dos nutrientes do corpo aumentado em resposta à elevação do peso animal. Quando expressos em g/kg de PCVZ e Mcal/kg, houve redução dos conteúdos de água, proteína, minerais e energia com o aumento do peso de abate dos animais ($P < 0,05$). O conteúdo de gordura não foi afetado pelos pesos de abate ($P > 0,05$) (Tabela 12).

Os resultados obtidos diferem das observações realizadas por (Mahouachi e Atti, 2005; Joy, et al., 2008) que evidenciaram não ocorrer efeito do plano nutricional sobre a composição da cabeça por animais em crescimento em virtude desse componente possuir composição rica em tecido ósseo e com baixa atividade metabólica. Além disso, a estrutura da cabeça possui grande representação em animais em crescimento e, portanto, destaca-se como sendo uma estrutura de crescimento precoce e serve como um importante tecido de reserva corporal. A influência da restrição modificou o crescimento (Tabela 4) e conseqüentemente alterou a dinâmica de deposição dos nutrientes pelos animais em crescimento com limitação na demanda de nutrientes. Notadamente, animais Santa Inês, sejam adultos, mas em especial aqueles em faixas etárias mais novas, possuem cabeça mais pesada que outros genótipos, incluindo-se as nacionais; o mesmo se dá com os membros, que são longos o suficiente para que os animais sejam zootecnicamente classificados como pernaltas, tais aspectos podem impor tais diferenças com outros genótipos mencionados na literatura.

A elevação do conteúdo de nutrientes depositados na cabeça mais patas seguiu o crescimento do animal, elevando o conteúdo de nutrientes depositados em valores absolutos. Dessa maneira, as avaliações do crescimento da massa dos órgãos proporcionais ao peso de corpo vazio explicam melhor a dinâmica de deposição dos nutrientes no corpo. Como observado na Tabela 4, a proporção da cabeça e patas foi maior para os animais abatidos aos 20 kg em relação aos demais pesos de abate, fato associado ao mecanismo fisiológico de crescimento do animal, que ao nascimento, nascem com as extremidades mais desenvolvidas, com as demais porções tendo desenvolvimento posterior (Hammond, 1965). Dessa maneira, a precocidade da cabeça mais patas, possivelmente tenham contribuído as transformações ocorridas ao longo do crescimento animal e alteraram a dinâmica de deposição de nutrientes, podendo assim, ter refletido em maior concentração de minerais, proteína e água nesse componente para os animais de 20 kg. Vale ressaltar a composição da cabeça e patas dos animais, por terem crescimento precoce, apresentam sua constituição em tecido ósseo (Mahouachi e Atti, 2005).

A restrição nutricional afetou o conteúdo de água e proteína na pele, em gramas, verificando-se menores valores para os animais com limitação de nutrientes ingeridos ($P < 0,05$) (Tabela 12). Quando expressos, em g/kg de PCVZ, apenas o conteúdo de água da pele foi influenciado pela restrição nutricional ($P < 0,05$). A composição química da pele diferiu em função dos pesos de abate ($P < 0,05$) (Tabela 12). Maiores conteúdos absolutos de água, proteína e energia seguiram o crescimento animal e tiveram valores distintos em função de cada peso de abate ($P < 0,05$). O conteúdo de minerais não foi afetado da pelos pesos de abate ($P > 0,05$) (Tabela 12). Ao se analisar os dados, em g/kg de PCVZ e Mcal/kg, maiores quantidades de gordura na pele, em g/kg de PCVZ, foram verificados nos animais abatidos aos 30 kg em comparação aos animais abatidos aos 20 kg sendo ambos semelhantes aos animais abatidos aos 40 kg ($P < 0,05$) enquanto houve decréscimo do conteúdo de água e minerais com o aumento do peso animal ($P < 0,05$). A concentração de proteína e energia não foi afetada pelos pesos de abate ($P > 0,05$) (Tabela 12).

A pele do ovino deslanado possui em sua constituição maior espessura e maior quantidade de fibras de colágeno distribuído nas camadas reticular e termostática (Jacinto et al., 2004) sendo que a maior formação dessas estruturas de colágeno pode ser reflexo da utilização de nutrientes pelo animal e que é depositado nessa estrutura do corpo. O sistema tegumentar recobre o corpo protegendo-o dos danos ambientais e perda de líquidos, correspondendo ao órgão sensitivo de maior extensão do corpo humano e envolvendo os órgãos vitais, o que torna uma estrutura de intensa atividade metabólica. Evidenciou-se na

presente pesquisa, menor ingestão de nutrientes pelos animais em condições de alimentação restrita (Capítulo 2 - Tabela 4), em comparação aos animais do grupo *ad libitum*, o que possivelmente tenha alterado a dinâmica de deposição de nutrientes na pele, em particular proteína e água. Por se tratar de um componente do corpo com função de proteção e cobrir toda a estrutura do corpo animal, a pele apresentou sua composição química seguindo o crescimento do animal. Dessa forma, a condição fisiológica do animal tende a modificar a deposição química em função da elevação do peso animal em termos absolutos, com a composição química variando com decorrer do tempo (Henrique et al., 2006). As cordeiras mais pesadas tiveram maior concentração de gordura na pele, podendo ser atribuído aos depósitos de gordura subcutânea que possam ter ficado na estrutura da pele por falhas durante o processo de esfolagem. Todavia, é possível sugerir, a partir da deposição dos nutrientes na pele, que esse componente do corpo tenha uma deposição de gordura tardia, assim como ocorre com a carcaça e o animal inteiro.

Não houve interação para composição química de água, proteína, gordura e minerais em valores absolutos ou relativos, e energia, em Mcal/kg, no trato gastrointestinal e vísceras de cordeiras Santa Inês em função do peso de abate e regimes alimentares ($P > 0,05$) (Tabela 13).

Tabela 13. Composição química de água, proteína, gordura, minerais, em quilo ou gramas e em g/kg de PCVZ, e energia, em Mcal/kg, no trato gastrointestinal e vísceras de cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos

Trato Gastrointestinal						
Nutrientes	Pesos de abate			Regime		CV ^δ (%)
	20 kg	30 kg	40 kg	<i>Ad libitum</i>	Restrito	
Água (g)	917,91 ^a	843,83 ^a	955,73 ^a	921,84 ^a	889,90 ^a	19,46
Gordura (g)	128,05 ^b	229,55 ^{ab}	305,86 ^a	230,83 ^a	211,47 ^a	58,07
Proteína (g)	156,50 ^{ab}	137,93 ^b	166,24 ^a	154,99 ^a	152,12 ^a	16,33
Minerais (g)	13,12 ^a	11,74 ^a	13,07 ^a	12,80 ^a	12,48 ^a	21,85
Energia (Mcal)	2,09 ^b	2,93 ^{ab}	3,81 ^a	3,04 ^a	2,84 ^a	41,57
Trato Gastrointestinal (g/kg de PCVZ)						
Água (g/kg PCVZ)	65,53 ^a	37,30 ^b	32,80 ^b	44,09 ^a	46,33 ^a	19,22
Gordura (g/kg PCVZ)	9,14 ^a	10,08 ^a	10,58 ^a	9,75 ^a	10,11 ^a	51,45
Proteína (g/kg PCVZ)	11,19 ^a	6,10 ^b	5,71 ^b	7,30 ^a	8,03 ^a	17,32
Minerais (g/kg PCVZ)	0,94 ^a	0,52 ^b	0,45 ^b	0,60 ^a	0,67 ^a	21,50
Energia (Mcal/kg)	148,94 ^a	129,10 ^a	131,55 ^a	132,77 ^a	140,29 ^a	36,29
Vísceras						
Água (kg)	1,49 ^c	1,84 ^b	2,37 ^a	2,02 ^a	1,78 ^b	16,91
Gordura (g)	97,68 ^b	184,73 ^a	253,31 ^a	182,05 ^a	175,10 ^a	43,47
Proteína (g)	299,05 ^b	515,69 ^a	561,68 ^a	451,91 ^a	465,70 ^a	34,98

Minerais (g)	17,47 ^b	24,11 ^{ab}	27,85 ^a	22,67 ^a	23,61 ^a	30,23
Energia (Mcal)	2,60 ^b	4,64 ^a	5,55 ^a	4,26 ^a	4,27 ^a	36,60
Vísceras (g/kg de PCVZ)						
Água (g/kg PCVZ)	106,15 ^a	81,48 ^b	80,86 ^b	90,12 ^a	88,87 ^a	14,85
Gordura (g/kg PCVZ)	6,88 ^a	8,22 ^a	8,71 ^a	7,56 ^a	8,31 ^a	40,03
Proteína (g/kg PCVZ)	21,30 ^a	22,92 ^a	19,47 ^a	19,92 ^a	22,54 ^a	32,97
Minerais (g/kg PCVZ)	1,24 ^a	1,07 ^a	0,97 ^a	1,02 ^a	1,17 ^a	27,75
Energia (Mcal/kg)	184,75 ^a	206,50 ^a	191,63 ^a	183,41 ^a	205,18 ^a	34,20

Médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem entre si para o mesmo fator pelo teste Tukey ($\alpha=0,05$). ^oCoeficiente de variação.

Não houve efeito da restrição nutricional sobre a composição química do trato gastrointestinal e vísceras ($P>0,05$), com exceção para a composição de água das vísceras, em g/kg de PCVZ ($P<0,05$), verificando-se menores valores para os animais em restrição nutricional (Tabela 13). A composição química do TGI e vísceras, em valores absolutos, diferiram em função dos pesos de abate ($P<0,05$) (Tabela 13). O conteúdo de gordura e energia no TGI foi maior para os animais com 40 kg em relação aos de 20 kg e ambos semelhantes aos com 30 kg, enquanto o conteúdo de proteína foi maior para os animais com 40 kg em relação aos de 30 kg e ambos semelhantes aos de 20 kg ($P<0,05$). O conteúdo de minerais e água no TGI não foi afetado pelos pesos de abate ($P>0,05$) (Tabela 13). O conteúdo de gordura, proteína e energia nas vísceras foram maiores para os animais com 30 e 40 kg enquanto o conteúdo de minerais foi maior para os animais com 40 kg em relação aos de 20 kg sendo ambos semelhantes aos de 30 kg ($P<0,05$). Maiores conteúdos absolutos de água seguiram o crescimento animal e tiveram valores distintos em função de cada peso de abate ($P<0,05$) (Tabela 13). Por sua vez, a análise dos dados, em g/kg de PCVZ e Mcal/kg, demonstram maiores conteúdos de água, proteínas e minerais no trato gastrointestinal para os animais com 20 kg ($P<0,05$). O conteúdo de gordura e energia não foi afetado pelos pesos de abate ($P<0,05$). Somente o conteúdo de água nas vísceras foi afetado pelos pesos de abate ($P<0,05$) (Tabela 13). Segundo Koslowsky et al. (2001) as vísceras alteram o padrão e a quantidade de nutrientes disponíveis para os tecidos periféricos e gastam uma significativa parte do consumo de energia pelo organismo. A elevação do consumo de alimentos ou de energia tende a aumentar a massa dos órgãos em relação à massa corporal total (Burrin et al., 1990). Nesse estudo, os animais em restrição alimentar recebendo com uma ração com limitado aporte de nutrientes não modificaram a composição química dos componentes do trato gastrointestinal e vísceras. Ressalta-se, a partir de informações contidas no capítulo 2, que a oferta de nutrientes inferior em comparação aos animais do grupo *ad libitum* implicou em modificação no consumo de nutrientes. Os componentes ligados ao trato gastrointestinal e sistema visceral são responsivos a alterações na ingestão de alimentos (Ferrell e Jenkins,

1985) o que pode alterar as exigências de manutenção dos animais. Todavia, os resultados obtidos nesse estudo demonstram que a restrição nutricional em energia e proteína imposta às fêmeas em crescimento não exerceu influência sobre a composição química dos componentes do trato digestivo e vísceras dos animais, o que pode sinalizar que a restrição imposta não foi severa o suficiente para limitar a massa desses componentes como estratégia para reduzir custo de manutenção. Ressalta-se ainda, a possibilidade de ter ocorrido uma prioridade na utilização de nutrientes, pois animais submetidos à restrição nutricional buscaram atingir o estágio de maturidade corporal de animais que não passaram pela restrição, seguindo uma priorização normal de crescimento de tecidos (Berg e Butterfield, 1976).

Ao avaliar a composição química de componentes não carcaça (trato gastrointestinal) de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de energia metabolizável (alto, médio e baixo), Mahgoub et al. (2000) evidenciaram aumento da deposição de gordura nos componentes não-carcaça dos animais com o aumento da densidade de energia. Os resultados obtidos para a composição química de gordura foram (20,44%, 21,94% e 24%), proteína (16,53%, 15,99% e 18,04%), cinzas (2,76%, 3,56% e 4,33%) e água (54,98%, 54,03% e 52,75%) para os níveis de energia metabolizável baixo, médio e alto respectivamente. Nesse contexto, devem-se realizar estudos com a finalidade de determinar a composição química dos componentes corporais, em especial do trato gastrointestinal e vísceras por sua relevância, visto que esses tecidos exercem função relacionada aos processos de digestão dos alimentos e absorção dos nutrientes, além de participarem de funções vitais para o organismo. A ingestão de alimentos promove alterações no metabolismo visceral modificando assim, o metabolismo energético do indivíduo.

Os mecanismos fisiológicos associados ao crescimento do animal podem alterar a deposição de nutrientes nos tecidos alvo, no caso particular do TGI e vísceras, a deposição de nutrientes seguiu a mesma tendência do corpo do animal, elevando com o aumento do peso animal. As taxas de deposição dos principais tecidos constituintes do corpo, ósseo, muscular e adiposo, mudam ao longo da vida dos animais, conseqüentemente, a composição corporal varia com o decorrer do tempo (Henrique et al., 2006). Na Tabela 4, os resultados obtidos para a maior proporção dos componentes do trato gastrointestinal em relação o peso de corpo vazio pelos animais abatidos aos 20 kg indicaram uma tendência de desenvolvimento relativamente precoce desse componente na fase inicial de crescimento do animal, corroborando com as observações feitas por (Santos-Cruz et al., 2009). Esses resultados sugerem que o trato digestivo alcança seu tamanho e peso à maturidade antes dos componentes da carcaça. Dessa maneira, pode ser que a precocidade fisiológica do trato

gastrointestinal tenha refletido nos resultados de composição química, proporcionando maiores deposições de nutrientes para os animais abatidos aos 20 kg com reflexo decrescente ao longo do crescimento animal. No entanto, deve-se resguardar perante essas afirmações, já que a deposição de gordura não foi acentuada em função do aumento do peso de abate, divergindo das observações feitas por Mahgoub et al. (2000) e Butterfield, (1988) em que descreveram a deposição precoce de gordura nos componentes não-carcaça. Torna-se importante frisar ainda, que dentro de cada tecido ou constituinte do corpo, o desenvolvimento pode ser precoce, médio ou tardio, dependendo da localização no corpo, por meio de modificações na forma e composição química, de acordo com o estado fisiológico do animal em resposta às atuais e futuras necessidades fisiológicas (Owens et al., 1995).

Ao avaliar a composição química de componentes não-carcaça (trato gastrointestinal, fígado, coração, rins e sangue) de caprinos da raça Batina e Dhofari alimentados com dietas contendo diferentes níveis de energia metabolizável (alto, médio e baixo), Mahgoub et al. (2005) evidenciaram elevação da porcentagem de gordura em detrimento a porcentagem de proteína nos componentes não-carcaça. Essa resposta foi associada à dinâmica de deposição dos tecidos no corpo, pois a gordura corporal é um tecido de deposição tardia no corpo (Butterfield, 1988). Os autores destacaram ainda que não houve efeito dos níveis de energia metabolizável sobre as concentrações de minerais nos componentes não-carcaça. A raça Batina apresentou composição química de gordura (45,5%; 56,55% e 59,5%), proteína (49,1%, 33,6% e 33,4%), cinzas (4,8%, 4,5% e 3,2%) e água (59,7%, 52,5% e 52,0%) para os níveis de energia metabolizável baixo, médio e alto respectivamente. A raça Dhafari apresentou composição química de gordura (46,0%, 43,5% e 47,1%), proteína (42,7%, 41,1% e 41,6%), cinzas (8,5%, 6,8% e 4,9%) e água (49,3%, 49,1% e 49,6%) para os níveis de energia metabolizável baixo, médio e alto, respectivamente.

Não houve interação para composição química de água, proteína, gordura, minerais, em gramas e em g/kg de PCVZ, e energia, em Mcal/kg do útero e glândula mamária de cordeiras Santa Inês em função do peso de abate e regimes alimentares ($P>0,05$) (Tabela 14).

Tabela 14. Composição química de água, proteína, gordura, minerais, em gramas e em g/kg de PCVZ, e energia, em Mcal/kg de PCVZ, no útero e glândula mamária de cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos

Nutrientes	Útero					
	Pesos de abate			Regime		CV ^δ (%)
	20 kg	30 kg	40 kg	<i>Ad libitum</i>	Restrito	
Água (g)	22,81 ^b	41,35 ^a	40,92 ^a	35,41 ^a	34,65 ^a	26,88
Gordura (g)	3,55 ^b	10,68 ^a	5,56 ^{ab}	5,84 ^a	7,35 ^a	85,95
Proteína (g)	3,83 ^b	8,34 ^a	5,89 ^b	5,97 ^a	6,07 ^a	35,95
Minerais (g)	0,23 ^b	0,47 ^a	0,35 ^a	0,36 ^a	0,34 ^a	34,20
Energia (Mcal)	0,05 ^b	0,15 ^a	0,09 ^{ab}	0,09 ^a	0,10 ^a	64,97
	Glândula mamária					
Água (g)	16,11 ^b	22,12 ^b	31,71 ^a	25,40 ^a	21,22 ^a	27,20
Gordura (g)	15,86 ^c	73,81 ^b	130,13 ^a	84,84 ^a	61,69 ^b	28,61
Proteína (g)	2,93 ^c	6,40 ^b	10,57 ^a	7,32 ^a	5,95 ^a	46,09
Minerais (g)	0,19 ^b	0,34 ^a	0,44 ^a	0,35 ^a	0,29 ^a	33,14
Energia (Mcal)	0,17 ^c	0,73 ^b	1,28 ^a	0,84 ^a	0,61 ^b	28,72
	Útero (g/kg de PCVZ)					
Água (g/kg PCVZ)	1,61 ^{ab}	1,83 ^a	1,42 ^b	1,58 ^a	1,68 ^a	23,63
Gordura (g/kg PCVZ)	0,25 ^{ab}	0,48 ^a	0,21 ^b	0,27 ^a	0,26 ^a	83,41
Proteína (g/kg PCVZ)	0,27 ^{ab}	0,37 ^a	0,20 ^b	0,27 ^a	0,30 ^a	37,44
Minerais (g/kg PCVZ)	0,02 ^{ab}	0,02 ^a	0,01 ^b	0,02 ^a	0,02 ^a	32,00
Energia (Mcal/kg)	3,91 ^{ab}	6,59 ^a	3,08 ^b	4,01 ^a	5,04 ^a	64,58
	Glândula mamária (g/kg de PCVZ)					
Água (g/kg PCVZ)	1,13 ^a	0,99 ^a	1,07 ^a	1,09 ^a	1,04 ^a	27,10
Gordura (g/kg PCVZ)	1,07 ^c	3,27 ^b	4,37 ^a	3,22 ^a	2,58 ^b	24,47
Proteína (g/kg PCVZ)	0,20 ^b	0,28 ^{ab}	0,35 ^a	0,29 ^a	0,27 ^a	37,41
Minerais (g/kg PCVZ)	0,01 ^a	0,01 ^a	0,01 ^a	0,02 ^a	0,01 ^a	27,88
Energia (Mcal/kg)	11,16 ^c	32,30 ^b	43,08 ^a	31,92 ^a	25,77 ^b	24,23

Médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem entre si para o mesmo fator pelo teste Tukey ($\alpha=0,05$). ^δCoefficiente de variação.

A composição química do útero não foi afetada pelos regimes nutricionais ($P>0,05$) (Tabela 14). Houve efeito dos pesos de abate sobre a composição química do útero em gramas e em g/kg de PCVZ ($P<0,05$) (Tabela 14). A quantidade de água e minerais, em gramas, foi menor para os animais abatidos aos 20 kg em relação aos demais. A quantidade de gordura e energia nesse componente corporal foi maior para os animais abatidos aos 30 kg em relação aos animais abatidos aos 20 kg sendo ambos semelhantes aos animais abatidos aos 40 kg. A quantidade de proteína no útero nos animais abatidos aos 30 kg superou os demais. Quando expressos em g/kg de PCVZ e Mcal/kg, maiores quantidades de água, gordura, proteína, minerais e energia foram verificados nos animais abatidos aos 30 kg em comparação aos animais abatidos aos 40 kg sendo ambos semelhantes aos animais abatidos aos 20 kg (Tabela 14). Na Tabela 4, o peso absoluto do útero mostrou-se menor para cordeiras com abate aos 20

kg e similares entre os demais pesos ao abate; quando o peso foi relativizado (% do PCVZ) notou-se que animais abatidos mais leves equivaleram-se àqueles abatidos mais pesados, só destacando-se, porém que os animais abatidos mais pesados (40 kg) tiveram menor proporção de peso de útero em relação ao PCVZ e seus úteros, em peso absoluto se equivaleram; assim os dados aqui relatados refletem o tipo de crescimento uterino apresentado naquela tabela. A elevação do teor de água, em valores absolutos e em g/kg de PCVZ, no útero conforme o crescimento das cordeiras foi acompanhado da queda do teor de gordura ($P < 0,05$), refletindo nos valores de energia do útero.

A limitação de nutrientes fornecidos aos animais em restrição não promoveram alteração na composição química do útero mesmo com a menor ingestão de energia pelos animais em relação aos animais *ad libitum*. Essa resposta demonstra que a restrição nutricional imposta não foi severa o bastante para alterar a composição química depositada ou existe uma possibilidade de ter ocorrido uma prioridade na utilização de nutrientes, pois animais submetidos à restrição nutricional buscam atingir o estágio de maturidade corporal de animais que não passaram pela restrição, seguindo uma priorização normal de crescimento de tecidos (Berg e Butterfield, 1976). Em todas as espécies há uma necessidade crítica de alcance de determinada massa corporal para que se inicie a puberdade, sendo nos ovinos em torno de 40 kg (Cunningham, 2004) ou seis a nove meses (Hafez, 1995). Durante o crescimento, o sistema endócrino é envolvido em funções de crescimento e liberando os hormônios responsáveis pela reprodução ao atingir a puberdade. A puberdade corresponde a fase do animal em que ocorre atividade cíclica e manifestação do estro ou cio (Gatenby, 1986) e depende da interação entre fatores como idade, crescimento e peso do animal que atuam conjuntamente no eixo hipofisário e dando início a atividade sexual, podendo essa ser fisiológica ou zootécnica. As cordeiras abatidas aos 30 kg e 40 kg possuíam faixa etária em torno de 221 e 246 dias, ou seja, 7 e 8 meses de idade respectivamente e próximas a fase de puberdade citada por Hafez (1995). Pelos resultados obtidos nessa pesquisa, parece existir uma dinâmica de crescimento e deposição de nutrientes no útero diferentemente dos mecanismos fisiológico de crescimento dos demais tecidos. Os resultados expostos na Tabela 14 sugerem que o acúmulo de porção líquida seja consequente ao início das atividades hormonais do trato reprodutor. O útero das fêmeas abatidas aos 20 kg apresentou maior quantidade de proteína em relação às demais corroborando com os resultados encontrados pelo ARC (1980), onde verificaram para ovinos valores decrescentes na composição corporal com a elevação do ganho de peso, em termos de proteína, à medida que o peso de corpo vazio se eleva. As reduções nos valores absolutos de gordura e proteína com a elevação do peso de

abate resultaram em menor quantidade de energia bruta (Mcal/kg) observada no útero das cordeiras abatidas aos 40 kg ($P < 0,05$) (Tabela 14).

De maneira geral, foram verificadas reduções na taxa de deposição de nutrientes (gordura, proteína e energia) no útero com o crescimento das cordeiras observado até os 40 kg de peso vivo, podendo-se inferir que o útero nessa fase já está desenvolvido sofrendo modificações posteriores somente com a gestação conforme demonstrado por Rattray et al. (1974) e Macedo Junior (2008), no qual investigaram e comprovaram modificações na composição química do útero (água, energia, proteína, gordura e cinzas) em ovelhas devido à gestação. Durante o crescimento animal, estudos que caracterizem padrões de crescimento uterino e desenvolvimento microvascular associado a fatores nutricionais permitirão compreender melhor o papel do útero de fêmeas em crescimento.

A restrição nutricional afetou negativamente os conteúdos de gordura e energia da glândula mamária, em gramas e em g/kg de PCVZ ($P < 0,05$) (Tabela 14). A composição química da glândula mamária diferiu em função dos pesos de abate e regimes alimentares ($P < 0,05$) (Tabela 14). Os conteúdos absolutos de nutrientes elevaram em resposta ao padrão de crescimento e aumento do peso animal tendo comportamento distinto nas diferentes faixas de peso ($P < 0,05$). Quando expressos em g/kg de PCVZ e Mcal/kg, houve aumento nos conteúdos de gordura, energia e proteína com o aumento do peso de abate ($P < 0,05$) enquanto que os conteúdos de água e minerais mantiveram-se estáveis ($P > 0,05$) (Tabela 14).

Durante a fase de crescimento das cordeiras, embora seja uma etapa do ciclo de produção de menor rentabilidade em curto prazo na visão dos produtores, o manejo alimentar pode exercer grande influência nas respostas produtivas e reprodutivas dessas futuras matrizes. Uma alimentação carente em quantidade e/ou qualidade em nutrientes pode comprometer o desenvolvimento corporal pleno do animal. No presente estudo, a limitação na ingestão de nutrientes pelos animais em restrição alimentar promoveram alterações na estrutura do tecido mamário em termos quantitativos, corroborando com as afirmações de (Akers et al., 2000), onde o principal comprometimento do desenvolvimento mamário, em resposta ao nível nutricional, se traduz principalmente na estagnação do crescimento do parênquima.

A elevação do peso de abate resultou em incremento da retenção de energia na glândula mamária, em virtude da maior deposição de gordura e proteína nesse componente. Todavia, o padrão de deposição tecidual divergiu do relatado por Anderson (1975) ao avaliar o desenvolvimento da glândula mamária de fêmeas ovinas Romney em diferentes idades e fases reprodutivas. O autor não observou diferenças quanto ao teor de proteína com o avançar

da idade das fêmeas (3,60 g e 2,89 g para três e cinco meses de idade respectivamente) ($P>0,01$). Porém, maiores valores só foram verificados para o início e final da gestação (16,4 e 82,7 g, respectivamente) ($P<0,01$). A redução no teor de água, em g/kg de PCVZ, está relacionada ao aumento do ganho em proteína e aumento de ganho em gordura na glândula mamária com o maior peso vivo e consumo da dieta. Vale ressaltar que o ganho de peso excessivo pode resultar em acúmulo precoce de gordura na glândula mamária, interferindo no desenvolvimento adequado desse órgão, com a interrupção do crescimento do parênquima (Guerreiro et al., 2005). Durante a vida de uma fêmea mamífera, este é o órgão que provavelmente sofre maior número de modificações quanto ao seu tamanho, estrutura, composição e atividade (Knight e Peaker, 1982). A composição química dos órgãos está relacionada à sua alometria, o conhecimento dessa evolução pode nos indicar em que fase da curva de crescimento do animal há necessidade de nutrientes específicos, refinando assim, as estimativas de exigências nutricionais.

Não houve interação significativa para composição química de água, gordura, proteína e minerais, em gramas e em g/kg de PCVZ, e energia, em Mcal/kg, na gordura corporal de cordeiras Santa Inês em função do peso de abate e regimes alimentares ($P>0,05$) (Tabela 15).

Tabela 15. Composição química de água, proteína, gordura, minerais, em quilos ou gramas e g/kg de PCVZ, e energia, em Mcal/kg, na gordura de cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos

Nutrientes	Gorduras					CV ^δ (%)
	Pesos de abate			Regime		
	20 kg	30 kg	40 kg	<i>Ad libitum</i>	Restrito	
Água (g)	146,81 ^c	245,19 ^b	324,70 ^a	260,73 ^a	217,07 ^b	22,28
Gordura (kg)	0,128 ^c	1,244 ^b	2,313 ^a	1,479 ^a	0,977 ^b	30,67
Proteína (g)	33,22 ^a	33,10 ^a	60,05 ^a	53,70 ^a	30,54 ^a	102,40
Minerais (g)	2,76 ^a	2,52 ^a	3,51 ^a	3,48 ^a	2,37 ^a	81,66
Energia (Mcal)	1,39 ^c	11,87 ^b	22,06 ^a	14,20 ^a	9,35 ^b	29,72
Gorduras (g/kg de PCVZ)						
Água (g/kg PCVZ)	10,44 ^a	10,85 ^a	11,00 ^a	11,01 ^a	10,51 ^a	18,24
Gordura (g/kg PCVZ)	8,84 ^c	55,08 ^b	77,28 ^a	53,85 ^a	40,29 ^b	25,05
Proteína (g/kg PCVZ)	2,14 ^a	1,50 ^a	1,99 ^a	2,27 ^a	1,48 ^a	98,31
Minerais (g/kg PCVZ)	0,18 ^a	0,11 ^a	0,12 ^a	0,16 ^a	0,11 ^a	91,62
Energia (Mcal/kg)	95,11 ^a	525,87 ^b	737,16 ^c	518,64 ^a	386,78 ^b	24,03

Médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem entre si para o mesmo fator pelo teste Tukey ($\alpha=0,05$). ^δCoefficiente de variação.

As composições em água, gordura e energia foram afetadas pelos regimes alimentares ($P<0,05$). Foram observadas menores quantidades de água, gordura e energia para os animais

em restrição nutricional, todavia, quando expressos em Mcal/kg e em g/kg de PCVZ houve diferenças apenas para a gordura e energia ($P < 0,05$) (Tabela 15). Houve efeito do peso de abate sobre a composição química da gordura ($P < 0,05$). Houve aumento nos conteúdos de nutrientes na gordura corporal com a elevação do peso de abate dos animais ($P < 0,05$), exceto para o conteúdo de minerais e proteínas ($P < 0,05$). Quando expressos em g/kg de PCVZ e Mcal/kg, o conteúdo de gordura e energia foram maiores para os animais abatidos aos 40 kg seguidos pelos de 30 kg e pelos de 20 kg ($P < 0,05$). O conteúdo de água, proteína e minerais não foi afetada pelos pesos de abate ($P > 0,05$) (Tabela 15). A deposição de gordura aumentou relativamente em função do regime nutricional *ad libitum* sendo coerentes aos relatados Robelin e Geay (1984) e Veras et al. (2001) que verificaram que o aumento na ingestão de energia geralmente leva à maior deposição de gordura no corpo do animal. No presente trabalho, os dados de consumo de energia apresentados no capítulo 2 (Tabela 7), demonstram a maior ingestão de energia pelos animais em regime nutricional *ad libitum*, corroborando com as afirmativas dos autores. O efeito do peso de abate sobre o aumento da quantidade de gordura, em termos absoluto e proporcional ao PCVZ foram esperados em função do crescimento do animal e adaptações metabólicas e fisiológicas que acarretam constantes transformações ao longo da vida do animal, desde a concepção até a maturidade. Em animais adaptados a regiões onde existe sazonalidade de oferta de alimentos, a elevada deposição de gordura corporal é uma necessidade biológica, pois é desta maneira que o corpo armazena gordura como fonte de reserva energética, sendo este fato essencial para manutenção da vida destes animais (Costa, 2012).

Não houve interação para composição química de água, gordura, proteína e minerais, em quilo e em g/kg de PCVZ, e energia, em Mcal/kg, de cordeiras Santa Inês em função do peso de abate e regimes alimentares ($P > 0,05$) (Tabela 16). Não houve efeito da restrição nutricional sobre a concentração química, em g/kg de PCVZ no corpo dos animais ($P > 0,05$). Houve efeito da restrição nutricional sobre a composição química de água, gordura e proteína, em gramas, no corpo dos animais ($P < 0,05$) sendo verificados menores teores nos animais em restrição nutricional (Tabela 16). Os animais submetidos a condições de restrição alimentar manifestaram redução na taxa de crescimento corporal, e conseqüentemente, modificaram a composição química do corpo, principalmente em decorrência da baixa ingestão de matéria seca e energia metabolizável em relação aos animais alimentados a vontade.

Tabela 16. Composição química corporal água, proteína, gordura e minerais, em quilos e em g/kg de PCVZ, de cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos

Nutrientes	Animal inteiro					
	Pesos de abate			Regime		CV ^δ (%)
	20 kg	30 kg	40 kg	<i>Ad libitum</i>	Restrito	
Água (kg)	9,36 ^c	11,73 ^b	14,58 ^a	12,53 ^a	11,24 ^b	10,80
Gordura (kg)	1,70 ^c	6,29 ^b	9,00 ^a	6,09 ^a	5,23 ^b	18,88
Proteína (kg)	2,41 ^c	3,63 ^b	4,53 ^a	3,63 ^a	3,42 ^b	10,66
Minerais (kg)	0,66 ^c	0,91 ^b	1,21 ^a	0,94 ^a	0,92 ^a	13,99
Energia (Mcal/kg)	29,59 ^c	79,52 ^b	110,12 ^a	77,69 ^a	68,47 ^a	15,16
Animal inteiro (g/kg de PCVZ)						
Água (g/kg PCVZ)	663,68 ^a	519,44 ^b	497,30 ^b	559,04 ^a	561,24 ^a	6,74
Gordura (g/kg PCVZ)	118,37 ^b	279,19 ^a	305,92 ^a	240,11 ^a	228,88 ^a	14,69
Proteína (g/kg PCVZ)	170,70 ^a	160,81 ^{ab}	155,38 ^b	159,39 ^a	165,20 ^a	8,13
Minerais (g/kg PCVZ)	47,24 ^a	40,57 ^b	41,40 ^b	41,46 ^a	44,68 ^a	11,32
Energia (Mcal/kg)	2074,71 ^b	3529,39 ^a	3749,91 ^a	3154,37 ^a	3081,64 ^a	10,78

A composição química corporal diferiu estatisticamente em função dos pesos de abate ($P < 0,05$) (Tabela 16). Maiores quantidade absolutas dos nutrientes no corpo foram verificados nos animais abatidos aos 40 kg seguidos pelos animais abatidos aos 30 kg e pelos animais abatidos aos 20 kg (Tabela 16). O crescimento animal proporcionou uma dinâmica de deposição dos nutrientes semelhante aos observados para a composição química da carcaça de animais em crescimento (Tabela 12). A medida que o animal cresce, a composição química do corpo segue a mesma tendência, implicando na resposta obtida nesse estudo, em que o estado fisiológico de crescimento do animal modificou a sua composição corporal, variando com o decorrer do avanço do tempo (Henrique et al., 2006). Quando expressos em g/kg de PCVZ e Mcal/kg, maiores concentrações de gordura e energia no corpo foram obtidas para os animais abatidos aos 30 kg e 40 kg em comparação aos de 20 kg. Comportamento contrário foi observado para a concentração de água e minerais no corpo, onde as maiores concentrações foram para os animais com 20 kg em relação aos de 30 kg e 40 kg ($P < 0,05$). A concentração de proteína no corpo (g/kg de PCVZ) foi maior para os animais abatidos aos 20 kg em relação aos animais abatidos aos 40 kg sendo ambos semelhantes aos animais abatidos aos 30 kg ($P < 0,05$) (Tabela 16). Os maiores teores de gordura e energia bruta nos animais abatidos com maior peso ocorreram principalmente pelo menor desenvolvimento dos demais tecidos de sustentação (ósseo e muscular) e deposição de água corporal próximo à fase adulta, e, portanto, à medida que o animal alcança a maturidade ou peso adulto, ocorrem maiores deposições de gordura (Hammond, 1965) e, desta forma, a proporção de gordura é maior nos animais mais pesadas, em relação aos teores de proteína, matéria mineral e água. Animais na

fase inicial de crescimento possuem composição química do corpo em sua maioria formado por água e menor concentração de gordura, existindo um decréscimo nas deposições de proteína, cinzas com a elevação do peso adulto dos animais (Oliveira et al., 2004). A partir do momento em que houve aumento nos teores de gordura da carcaça, conseqüentemente, houve aumento da energia corporal. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Gonzaga Neto et al. (2005) que evidenciaram aumento nas concentrações de gordura em detrimento as concentrações de proteína, em g/kg de PCVZ, com aumento do peso animal de 15 a 25 kg.

4. CONCLUSÕES

O peso e a proporção dos componentes corporais variam em função do manejo nutricional e peso de abate dos animais.

A massa da carcaça, pele, vísceras e glândula mamária de cordeiras Santa Inês em crescimento reduz quando os animais são submetidos a baixos planos nutricionais.

Os pesos de abate afetam a massa dos componentes corporais de cordeiras Santa Inês em crescimento. Animais com peso de abate mais elevado tem desenvolvimento tardio da cabeça mais patas e glândula mamária.

As cordeiras Santa Inês em fase inicial de crescimento tem maior proporção dos componentes corporais.

A restrição nutricional altera a massa de órgãos metabolicamente ativos como o trato gastrointestinal e vísceras de cordeiras Santa Inês em crescimento.

A massa do fígado pelas cordeiras Santa Inês em crescimento foi mais sensível às mudanças no plano nutricional e pesos de abate dos animais.

O desenvolvimento da glândula mamária é dependente do plano nutricional e pesos de abate dos animais. A restrição nutricional altera a composição química de água e gordura na glândula mamária de cordeiras Santa Inês em crescimento.

A composição corporal do animal muda conforme o plano nutricional e pesos de abate dos animais impactando nas exigências em energia e proteína pelas cordeiras em crescimento.

A quantidade de água na pele, carcaça e vísceras de cordeiras Santa Inês em crescimento reduz quando os animais são submetidos a baixos planos nutricionais.

Os pesos de abate afetam a deposição de nutrientes no corpo de cordeiras Santa Inês em crescimento. O aumento do peso de abate dos animais eleva a deposição absoluta de nutrientes corporais em cordeiras Santa Inês.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKERS, R.M.; McFADDEN, T.B.; PURUP, S.; VESTERGAARD, M.; SEJRSEN, K.; CAPUCO, A.V. Local IGF-1 axis in peripubertal ruminant mammary development. *Journal Mammary Gland Biol Neoplasia*, v.5, p.43-51, 2000.

ANDERSON, R. R. Mammary gland growth in sheep. *Journal of Animal Science*, v.41, p. 118-123, 1975.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. *The nutrient requirements of ruminants*. livestock. London: Commonwealth Agricultural Bureaux. 1980. 351p.

BUTTERFIELD, R.M. *New concepts of sheep growth*. Sydney: Sydney University Press, 1988. 168p.

BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. *New concepts of cattle growth*. Sydney: Sydney University Press, 1976. 240p.

BLACK, J. L. *Crecimiento y desarrollo de corderos*. In: HARESING, W. (Ed.). *Producción ovina*. México: AGT Editor, 1989. 592p.

BLAXTER, K.L.; CLAPPERTON, J.L. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. *Br. J. Nutr.*, v.19, p.511-522, 1965.

BURRIN, D. G.; FERRELL, C. L.; BRITTON, R. A.; BAUER, M. Level of nutrition and visceral organ size and metabolic activity in sheep. *British Journal of Nutrition*. v.64. p.439-448. 1990.

CAMILO, D.A.; PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; COSTA, M.R.G.F.; MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.A.; CAMPOS, A.C.N.; PINTO, A.P.; MORENO, G.M.B. Peso e rendimento dos componentes não-carcaça de ovinos Morada Nova alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 33, n. 6, p. 2429-2440, nov/dez. 2012.

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*. n.82, p149-169, 2004.

COSTA, M.R.G.F. *Exigências nutricionais de cordeiros deslanados e validação do modelo small ruminant nutrition system (SRNS)*. Fortaleza, CE: Universidade Federal do Ceará, 2012. 94p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE, 2012.

CUNNINGHAM, J.G. *Tratado de fisiologia veterinária*. 3ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 579p.

DING, J.; HSU, F.C.; HARRIS, T.B.; LIU, Y.; KRITCHEVSKY, S.B.; SZKLO, M.; OUYANG, P.; ESPELAND, M.A.; LOHMAN, K.K.; CRIQUI, M.H.; ALLISON, M.; BLUEMKE, D.A.; CARR, J.J. The association of pericardial fat with incident coronary heart disease: the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). *The American Journal of Clinical Nutrition*. v.90. p.499-504. 2009.

DROUILLARD, J.S.; KLOPFENSTEIN, T.J.; BRITTON, R.A.; BAUER, M.L.; GRAMLICH, S.M.; WESTER, T.J.; FERRELL, C.L. Growth, body composition, and visceral organ mass and metabolism in lambs during and after metabolizable protein or net energy restrictions. *Journal of Animal Science*, v.69, p.3357-3375, 1991.

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: I. Angus, Belgian Blue, Hereford, and Piemontese Sires. *Journal of Animal Science*, Madison, v.76, n. 2, p.637-646, 1998.

FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Cow type and the nutritional environment: Nutritional aspects. *Journal of Animal Science*., v.61. p.725-741, 1985.

FERREL, C.L., KOONG, L.L., NIENABER, J.A. Effect of previous nutrition on body composition and maintenance energy costs of growing lambs. *Brittish Journal of Nutrition*., v.56. p.595-605. 1986.

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

FLUHARTY, F.L., McCLURE, K.E. Effects of dietary energy intake and protein concentration. *Journal of Animal Science*. v.75, p.604–610. 1997.

FONTENELE, R. M.; PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; MIZUBUTI, I. Y.; MONTE, A. L. S.; CANDIDO, M. J. D.; REGADAS FILHO, J. G. L.; ROCHA JUNIOR, J. N. Níveis de energia metabolizável em rações de ovinos Santa Inês: peso dos órgãos internos e do trato digestório. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 31, n. 4, p. 1095-1104, 2010.

FREETLY, H.C.; NIENABER, J.A.; LEYMASTER, K.A.; JENKINS, T.G. Relationships among heat production, body weight, and age in Suffolk and Texel ewes. *Journal of Animal Science.*, Savoy, v.73, p.1030-1037, 1995.

GUERREIRO, C.D.; BELO, A.T.; PEREIRA, M.S.; CALDEIRA, R.M.; BELO, C.C. Efeito do nível nutricional no desenvolvimento da glândula mamária em borregas da raça Serra da Estrela. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, v. 100, p. 53-60, 2005.

GONZAGA NETO, S.; SILVA SOBRINHO, A.G.; RESENDE, K.T. ZEOLA, N.M.B.L.; SILVA, A.M.A.; MARQUES, C.A.T.; LEÃO, A.G. Composição corporal e exigências nutricionais de proteína e energia para cordeiros Morada Nova. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.6, p.2446-2456, 2005.

HAMMOND, J. *Farm animal; their growth breeding and inheritance*. London: E. Arnould. 1965. 322p.

HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A.A.M.; LEME, P.R.; LANNA, D.P.D.; ALLEON, G.F. Ganhos de peso, taxas de deposição e composição química corporal de tourinhos Santa Gertrudes confinados, recebendo alto concentrado e níveis crescentes de polpa cítrica peletizada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.3, p.1178-1185, 2006.

JACINTO, M.A.C.; SILVA SOBRINHO, A.G.; COSTA, R.G. Características Anátomo-Estruturais da Pele de Ovinos (*Ovis áries* L.) Lanados e Deslanados, Relacionadas com o Aspecto Físico-Mecânico do Couro. *Revista Brasileira de Zootecnia.*, v.33, n.4, p.1001-1008, 2004.

JOY, M.; RIPOLL, G.; DELFA, R. Effects of feeding system on carcass and non-carcass composition of Churra Tensina light lambs. *Small Ruminant Research*. v.78 p.123–133. 2008.

JENKINS, T.G.; LEYMASTER, K.A. Estimates of maturing rates and masses at maturity for body components of sheep. *Journal of Animal Science*, v.71, n.11, p.2952-2957, 1993.

KNIGHT, C. H.; PEAKER, M. Development of mammary gland. *Journal of Reproduction e Fertility*, v. 65, p. 521-536, 1982.

- KOZLOSKI, G.V.; ROCHA, J.B.T.; CIOCCA, M.L.S. Visceral metabolism and efficiency of energy use by ruminants. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.31, n.5, 2001.
- LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. *Growth of farm animals*. CAB International 1997, 321p.
- MACEDO JUNIOR, G.L. *Exigências nutricionais de ovelhas gestantes da raça Santa Inês*. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. 291p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG, 2008.
- MAHGOUB, O.; LU, C.D.; HAMEED, M.S.; RICHIE, A.; AL-HALHALI, A.S.; ANNAMALAI, K. Performance of Omani goats fed diets containing various metabolizable energy densities. *Small Ruminant Research*. v.58. p.175–180. 2005.
- MAHGOUB, O.; LU, C.D.; EARLY, R.J. Effects of dietary energy density on feed intake, body weight gain and carcass chemical composition of Omani growing lambs. *Small Ruminant Research*, v.37, n.1, p.35-42, 2000.
- MAHOUACHI, M.; ATTI, N. Effects of restricted feeding and re-feeding of Barbarine lambs: intake, growth and non-carcass components. *Animal Science*, v.81, p.305-312. 2005.
- OLIVEIRA, A.N.; PÉREZ, J.R.O.; CARVALHO, P.A.; PAULA, O. J.; BAIÃO, E.A.M. Composição corporal e exigências líquidas em energia e proteína para ganho de cordeiros de quatro grupos genéticos. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.28, n.5, p.1169-1176, 2004.
- OWENS, F.N.; GILL, D.R.; SECRIST, D.S. et al. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. *Journal of Animal Science*., v.73. p.3152-3172. 1995.
- PIRES, C.C.; SILVA, L.F.; SANCHEZ, L.M.B. Composição corporal e exigências nutricionais de energia e proteína para cordeiros em crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.29, n.3, p.853-860, 2000.
- RATTRAY, P.V., GARRETT, W.N., EAST, N. E., HINMAN, N. Growth, development and composition of the ovine conceptus and mammary gland during pregnancy. *Journal of Animal Science*, v.38. p.613-626. 1974.
- ROBELIN, J., GEAY, Y. *Body composition of cattle as affected by physiological status, breed, sex and diet*. In: GILCHRIST, F.M.C., MACKIE, R.I (Eds.). *Herbage nutrition in the subtropics and tropics*. Johannesburg: Science Press. p.525-547. 1984.

SAINZ, R. D.; HASTING, E. Simulation of the development of adipose tissue in beef cattle. In: MCNAMARA, J. P.; FRANCE, J.; BEEVER, D. E.(Ed). Modeling nutrient utilization in farm animals. New York: CABI, 175-182, 2000.

SANTOS-CRUZ, C.L.; PÉREZ, J.R.O.; MUNIZ, J.A.; CRUZ, C.A.C.; ALMEIDA, T.R.V. Desenvolvimento dos componentes do peso vivo de cordeiros Santa Inês e Bergamácia abatidos em diferentes pesos. *Revista Brasileira de Zootecnia.*, v.38, n.5, p.923-932, 2009.

STATISTICS ANALYSIS SYSTEMS INSTITUTE. 1999. *User's guide*. North Caroline: SAS Institute Inc. 1999.

SEN, A.R.; SANTRA, A.; KARIM, S.A. Carcass yield, composition and meat quality attributes of sheep and goat under semiarid conditions. *Meat Science*. v.66 p.757–763. 2004.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed. Viçosa: UFV, 235p. 2002.

SILVA, S.R.; GUEDES, C.M.; SANTOS, V.A.; LOURENC, A.L.; AZEVEDO, O, J.M.T.; DIAS-DA-SILVA, A. Sheep carcass composition estimated from Longissimus thoracis et lumborum muscle volume measured by in vivo real-time ultrasonography. *Meat Science*. v.76. p.708–714. 2007.

SISSON, S.; GROSSMAN, J. D. *Anatomia dos animais domésticos*. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, v.1, 1986.

THOMPSON, W. R.; MEISKE, J. C.; GOODRICH, R. D.; RUST, J. R.; BYERS, F. M. Influence of body composition on energy requirement of breed cows during winter. *Journal of Animal Science*, v.56, n.5, p.1241-1251, 1983.

VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2a. ed. Ithaca, Cornell University Press, 1994, 476p.

VERAS, A. S. C.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; PAULINO, M. F.; CECON, P. R.; VALADARES, R. F. D.; FERREIRA, M. A.; FONTES, C. M. S. Efeito do nível de concentrado sobre o peso dos órgãos internos e do conteúdo gastrintestinal de bovinos nelore não-castrados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p. 1120-1126, 2001. Suplemento 1.

CAPITULO 4

EXIGÊNCIAS DE ENERGIA LÍQUIDA PARA MANTENÇA E GANHO POR CORDEIRAS SANTA INÊS DURANTE O CRESCIMENTO**RESUMO**

Objetivou-se estimar as exigências de energia líquida para manutenção e ganho de peso de cordeiras da raça Santa Inês em crescimento abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos. O experimento foi realizado no laboratório de Calorimetria e Metabolismo da Universidade Federal de Minas Gerais no período de novembro de 2010 a abril de 2011. Foram utilizadas cinquenta e sete cordeiras Santa Inês com 3 a 4 meses de idade e peso vivo médio de 14 a 26 kg. Após quarenta dias para adaptação dos animais com 30 e 40 kg às condições experimentais, dezesseis animais foram aleatoriamente sorteados e abatidos representando o grupo referência. A adaptação dos animais do grupo 20 kg foi de dez dias, sendo sorteados cinco animais para representarem os animais referência. Os 36 animais remanescentes foram divididos em dois manejos nutricionais (*ad libitum* e restrito) e abatidos aos 20, 30 e 40 kg de PV, perfazendo um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2. Foram determinados os conteúdos corporais de proteína, gordura e energia. A deposição de gordura no ganho elevou com aumento do peso e variou de 295,79 a 774,20 g/kg PCVZ. A exigência de energia líquida para manutenção foi de $ELm = 86,79 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$, representando as exigências de energia líquida para manutenção de cordeiros em crescimento com 20 kg; $ELm = 77,63 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$, representando as exigências de energia líquida para manutenção de cordeiros em crescimento com 30 kg e $ELm = 72,73 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$, representando as exigências de energia líquida para manutenção de cordeiros em crescimento com 40 kg. As exigências nutricionais de fêmeas Santa Inês decrescem com a elevação do peso vivo. As exigências de energia para ganho de peso elevam com o aumento do peso de corpo vazio. A composição corporal e composição do ganho em gordura e energia elevam com o incremento do peso de corpo vazio dos animais.

Palavras-chave: Cordeiras, manutenção, ovinos, requerimentos, ruminantes

REQUIREMENTS OF NET ENERGY FOR MAINTENANCE AND GAIN OF SANTA INES LAMBS DURING THE GROWTH

ABSTRACT

This aimed to estimate the net energy requirements for maintenance and weight gain of Santa Inês lambs in growing slaughtered in different weights and submitted the feeding planes distinct. The experiment was conducted in the laboratory of calorimetry and metabolism of the Federal University of Minas Gerais in the period of november of 2010 the april of 2011. Were used fifty seven Santa Ines lambs with 3 and 4 months of age and live weight 14 the 26 BW. After forty days for adaptation of the animals with 30 and 40 kg the experimental conditions, sixteen animals were randomly selected and slaughtered representing the reference group. The adaptation of the animals of group 20 kg was ten days with five animals representing the reference animals. The remaining thirty six animals were divided in two nutritional planes (*ad libitum* and restricted) and slaughtered to the 20, 30 and 40 kg of BW making a completely randomized in factorial project 3 x 2. It was determined the body content of protein, fat and energy. The concentration of body fat increased with increasing weight and ranged from 309,03 to 760,63 g/kg EBW. The net energy requirement for maintenance was $NEm = 87,59 \text{ kcal/EBW}^{0,75}/\text{day}$, representing the net energy requirements for maintenance of growing lambs with 20 kg; $NEm = 77,84 \text{ kcal/EBW}^{0,75}/\text{day}$ representing the net energy requirements for maintenance of growing lambs of 30 kg and $NEm = 71,83 \text{ kcal/EBW}^{0,75}/\text{day}$, representing the net energy requirements for maintenance of growing lambs with 40 kg. The nutritional requirements of female Santa Ines decrease with increasing body weight. The energy requirements for weight gain increase with the increase in empty body weight. The body composition and composition of gain in fat and energy increase with the increase of empty body weight of the animals.

Key-words: Lambs, maintenance, requirements, ruminants, sheep

1. INTRODUÇÃO

A exploração racional de animais para produção de carne e/ou leite vem se destacando recentemente no cenário nacional em virtude de suas características de alta lucratividade e rápido giro financeiro (Guim e Santos, 2008). No entanto, os sistemas de produção carecem de alternativas que visem melhorar o atendimento das demandas nutricionais dos animais, devido a alimentação representar ponto impactante nos índices de lucratividade. Em condições brasileiras, o requisito nutricional dos animais tem sido pouco avaliado, sendo a elaboração das dietas formuladas a partir de informações geradas internacionalmente pelos comitês do (NRC, 2007; CSIRO, 2007; ARC, 1980). A aplicação dessas informações nas condições nacionais pode não proporcionar resultados satisfatórios, o que possibilita causar perdas ou excedentes na utilização de nutrientes pelos animais. A deficiência de informações sobre os requisitos nutricionais em energia para ovinos em crescimento em condições tropicais são escassas na literatura e devem ser estabelecidos ensaios que visem gerar informações para a elaboração de tabelas nacionais para condições brasileiras.

O método fatorial é adotado para os estudos envolvidos na determinação das exigências dos animais, fracionando as necessidades nutricionais dos nutrientes fornecidos para a manutenção, crescimento e produção, gestação e lactação, representando assim, uma importante ferramenta para a compreensão do metabolismo e partição energética dos animais. Diante disso, as exigências nutricionais dos animais é dividida tanto para o atendimento da manutenção quanto para a produção dos animais e foram baseadas no trabalho desenvolvido por (Lofgreen e Garret, 1968). A raça Santa Inês vem sendo bastante difundida no Brasil por suas potencialidades, de modo que, avaliações dos requisitos nutricionais para essa raça ao longo do crescimento, são necessários. O crescimento animal é definido como o processo que leva ao aumento de peso corporal até alcançar o tamanho adulto, processo esse ocasionado pela multiplicação celular (hiperplasia) e aumento no tamanho das células (hipertrofia) (Hammond, 1966). Dessa forma, objetivou-se estimar as exigências de energia líquida para manutenção e ganho de peso de cordeiras da raça Santa Inês durante o crescimento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local de realização do experimento

O experimento foi conduzido no Laboratório de Calorimetria e Metabolismo Animal (LAMACA) pertencente a Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG localizada na cidade de Belo Horizonte – MG no período de Novembro de 2010 a abril de 2011. O projeto teve aprovação do Comitê de Ética e Experimentação Animal da UFMG – CETEA (Anexo IV). A região onde fica a cidade de Belo Horizonte possui clima tipo Aw (classificação Koppen), classificado como tropical com estação seca, com a cidade localizada a 858 metros acima do nível do mar.

2. 2. Animais, instalações, dietas experimentais e delineamento experimental

2.2.1. Animais e instalações experimentais

Foram utilizadas 57 fêmeas da raça Santa Inês adquiridas em duas propriedades do estado de Minas Gerais sendo trinta e seis animais foram alocados em dois grupos de manejos nutricionais e três pesos de abate conforme proposta para o ensaio experimental. Os animais do grupo de abate com 20 kg foram adquiridos com peso vivo inicial de $17,51 \pm 2,04$ kg e recém-desmamados em torno de 70 dias. Os animais do grupo de abate aos 30 kg foram adquiridos com peso inicial de $16,18 \pm 2,90$ kg e idade média de 118 dias. Os animais do grupo de abate aos 40 kg foram adquiridos com peso vivo inicial de $21,16 \pm 2,23$ kg e idade média de 121 dias. Os dezessete animais restantes foram divididos em três grupos e para cada faixa de peso foi abatido um grupo de animais compondo os animais do grupo referência (Tabela 3). Ao serem recepcionados no Laboratório de Metabolismo e Calorimetria Animal (LAMACA), os animais foram submetidos à avaliação clínica e em seguida procedeu-se a pesagem e avaliação da condição de escore corporal dos animais, os quais foram posteriormente identificados com brincos plásticos numéricos afixados na orelha, pesados e vermifugados. As cordeiras foram alojadas individualmente em gaiolas de metabolismo, alocadas em galpão de alvenaria coberto, com piso concretado e cimentado, dotadas de comedouros, bebedouros, saleiros plásticos e dispositivos apropriados para coleta de urina e fezes, onde permaneceram durante todo o período experimental.

Ao chegar nas dependências do LAMACA, o manejo diário consistia na limpeza do piso da sala onde estavam alocadas as gaiolas de metabolismo, seguindo pela retirada das

sobras referentes aos alimentos fornecido do dia anterior. A quantificação dessas sobras foi importante para o estabelecimento do consumo diário pelos animais. Os baldes de água eram diariamente retirados das gaiolas e após mensuração do volume de água eram lavados e adicionado um volume de 4L de água para os animais consumirem. Um balde com volume de 4 L de água foi colocado no galpão para quantificar a evaporação e realizar as correções do consumo de água, tendo suas perdas diárias eferidas. O sal mineral foi fornecido para garantir um consumo à vontade, sendo as sobras diariamente pesadas para determinação do consumo. Semanalmente procedia-se a pesagem dos animais e avaliação do escore de condição corporal, após período de jejum de 16 horas, para acompanhamento do ganho de peso dos animais e ajustes no consumo diário.

2.2.2. Dieta experimental e manejo nutricional

No início do experimento, os animais passaram por um período de adaptação ao manejo nutricional, local e condições do ensaio experimental por \pm 40 dias. Para os animais abatidos aos 20 kg de peso vivo o período de adaptação foi mais curto, de 10 dias. Os alimentos utilizados na formulação da ração experimental consistiram de feno de capim Tifton 85 (*Cynodon dactylon* spp), milho moído, farelo de soja, fosfato bicálcico, calcário calcítico e bicarbonato de sódio. A composição percentual da dieta experimental está apresentada na Tabela 1. O feno de capim tifton foi confeccionado e adquirido da fazenda Santa Helena no município de Bom Despacho – MG. O concentrado energético, proteico e a mistura mineral foram misturados por meio do uso de misturador de ração na Fazenda Experimental prof. Hélio Barbosa em Igarapé – MG, pertencente à UFMG. A ração experimental foi formulada baseada em estimativa de ganho de 300 g/dia para cordeiros, obtida pelo sistema SRNS (Cannas et al., 2004). Na Tabela 2 estão apresentadas a composição centesimal e bromatológica dos alimentos que compuseram a ração experimental.

Tabela 1. A composição percentual da dieta experimental

Concentrado	% na Matéria natural
Farelo de milho	51,52
Farelo de soja	44,87
Fosfato bicálcico	0,15
Calcário	1,84
Bicarbonato de sódio	1,62
Concentrado	55,44
Volumoso	44,56

Tabela 2. Composição bromatológica dos alimentos e dieta experimental

Nutriente	Concentrado	Volumoso	Dieta
Matéria Seca (% da MN)	88,23	88,84	88,50
Matéria Orgânica (%)	80,00	82,84	81,26
Matéria Mineral (%)	8,24	6,00	7,24
Fibra em detergente Neutro (%)	12,42	62,18	34,59
Fibra em detergente Ácido (%)	5,23	31,04	16,74
Proteína Bruta (%)	31,5	10,31	22,05
Extrato Etéreo (%)	3,74	1,93	2,93
Energia Metabolizável (kcal/kg)	-	-	2316,03

MN = Matéria natural; Energia metabolizável média do experimento, sendo a produção de metano estimada pelo modelo descrito por Blaxter e Clapperton (1965).

O fornecimento da ração foi feito diariamente em duas refeições iguais, às oito e às 17 h, de maneira que a quantidade fornecida foi ajustada semanalmente de acordo com o consumo dos animais alocados no grupo *ad libitum*. O consumo médio dos animais de consumo *ad libitum*, por unidade de tamanho metabólico (UTM), era multiplicado por 1,15 para permitir 15% de sobra para os animais deste grupo, e, inicialmente, por 0,85 para obter-se a oferta destinada ao grupo restrito. Desta forma, por exemplo, se o consumo médio dos animais *ad libitum* do grupo *ad libitum* fosse 100 g/UTM, a oferta individual dos animais restritos do mesmo grupo seria 85 g/UTM e dos animais *ad libitum* seria 115 g/UTM. Água e mistura mineral estiveram disponíveis à vontade. O valor médio final da restrição foi de 30%. O controle do ganho de peso dos animais foi realizado durante a semana, pois a dieta experimental foi elaborada e fornecida para proporcionar um ganho de peso leve para os animais do grupo restrito tentando-se estabelecer uma condição de retenção de energia igual a zero. A dieta também foi fornecida para o grupo de animais *ad libitum* com ganho de peso a vontade (Os animais desse grupo representavam os animais *ad libitum*). A distribuição dos animais nos respectivos grupos, *ad libitum* e restrito, está descrito na Tabela 3.

Tabela 3. Distribuição dos animais conforme pesos de abate e regimes alimentares

Pesos de abate	Animais referência	Regimes alimentares		Total
		<i>Ad libitum</i>	Restrito	
20 kg	5	6	6	17
30 kg	8	6	6	20
40 kg	8	6	6	20
Total	21	18	18	57

2.3. Procedimento de abate dos animais

O abate dos animais seguiu as recomendações feitas pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da UFMG, protocolo nº 197/2010. Após o período adaptação a dieta experimental, local e condições do ensaio experimental por \pm 40 dias para os animais abatidos aos 30 e 40 kg e de 10 dias para os animais abatidos aos 20 kg de peso vivo, um grupo de cinco animais foram aleatoriamente selecionados e abatidos para comporem o grupo inicial, chamado de grupo referência dos animais de 20 kg. Dois grupos de oito animais cada foi selecionado aleatoriamente e abatidos para comporem o grupo inicial ou grupo referência dos animais abatidos aos 30 kg e 40 kg, respectivamente. Os trinta e seis animais remanescentes foram alocados em dois grupos de manejos nutricionais e três pesos de abate. Dezoito animais compuseram o grupo de animais que receberam regime alimentar *ad libitum* e abatidos aos 20, 30 e 40 kg (seis animais por grupo) e dezoito animais compuseram o grupo de animais submetidos à restrição nutricional e abatidos nas faixas de peso citadas anteriormente. A distribuição dos animais nos respectivos manejos alimentares, *ad libitum* e restrito, está descrito na Tabela 3, apresentada acima.

Os abates dos animais ocorreram ao final do ensaio experimental, sempre em número par de animais, de forma que, à medida que um animal do regime alimentar *ad libitum* atingia o peso de abate (20 kg, 30 kg ou 40 kg), procedia-se o abate simultâneo de um animal do grupo restrito, previamente selecionado. Os animais foram pesados semanalmente para o acompanhamento do ganho de peso corporal até alcançarem o peso de abate. Antes do abate, os animais foram submetidos a jejum de alimentos sólidos por 16 horas, sendo em seguida pesados para obtenção do peso em jejum dos animais e feita avaliação de escore de condição corporal. Em seguida, as cordeiras foram encaminhadas para a sala de abate, onde foram insensibilizadas conforme procedimentos adotados pelo CETEA-UFMG, içadas e penduradas pelas patas posteriores e sangradas pela secção das veias jugulares e artérias carótidas.

2.3.1. Evisceração e discriminação dos componentes corporais

Após o abate dos animais, realizou-se a separação dos diferentes componentes do corpo animal: Vísceras, trato gastrointestinal, cabeça e patas, pele, depósitos de gordura, glândula mamária, útero e carcaça que serão descritos em seguida. A coleta total de sangue foi realizada por meio da utilização de um balde plástico contendo um saco plástico que foi posto próximo ao local da incisão até cessar do fluxo do sangue. Parte desse sangue foi amostrada, e

a amostra foi pesada, identificada e armazenada em câmara fria a uma temperatura de -18°C . Posteriormente a sangria, realizou-se a esfolação dos animais e a retirada da glândula mamária separando-se a mesma da pele. A esfolação dos animais foi realizada pela retirada completa da pele sem componentes musculares e adiposos subcutâneos. Após o procedimento, a pele e a glândula mamária foram pesadas, identificadas e armazenadas a -18°C . As vísceras foram retiradas na etapa de evisceração, colocadas inicialmente em caixa plástica de polietileno para separação em bancada e subdivididas em dois compartimentos denominando-se, trato gastrointestinal e vísceras. Os componentes do trato gastrointestinal compreenderam o somatório do rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado e intestino grosso. Os componentes das vísceras corresponderam a bexiga, vesícula, fígado, pâncreas, rins, baço, língua, coração pulmão, traqueia e esôfago, mais o diafragma. Durante o procedimento, evitou-se a perda de conteúdo interno dos estômagos e intestinos por amarraduras realizadas nas junções específicas da peça anatômica em estudo. Durante a separação do estômago, foram feitas amarraduras na região esofágica, próxima à cárdia. Para a separação dos intestinos, ao serem separados do abomaso, o intestino delgado foi amarrado na sua porção proximal e na região do ânus para evitarem perdas de conteúdos. O estômago total foi separado das demais vísceras, sendo o omento separado nesse momento, constituindo-se na gordura omental. A obtenção dos intestinos se deu após a separação da gordura mesentérica. Os compartimentos estomacais e intestinais foram pesados cheios e vazios, sendo em seguida identificados e armazenados em câmara fria a -18°C . As demais vísceras foram separadas, sendo que o peso do fígado foi obtido após a separação da vesícula biliar. Os rins e coração foram separados da gordura perirenal e pericárdica, respectivamente. Os demais compartimentos, pâncreas, baço, língua, pulmão, traqueia, esôfago, diafragma e bexiga foram individualmente pesados, identificados e armazenados em câmara fria a -18°C . Os depósitos de gordura foram estabelecidos como gordura omental, gordura mesentérica, gordura perirrenal e gordura pericárdica. A soma destes depósitos de gordura correspondeu à gordura total, sendo pesada, identificada separadamente e armazenada a -18°C . Por último, procedeu-se a retirada das patas e cabeça. A carcaça foi considerada pela diferença dos constituintes e em seguida identificada, pesada e armazenada em câmara fria a -18°C . O peso do corpo vazio foi obtido pela soma dos componentes do corpo do animal.

2.3.2. Amostragem e processamento dos componentes corporais

O procedimento de amostragem dos componentes corporais ocorreu na sala de preparo de amostras pertencente ao Laboratório de Calorimetria e Metabolismo Anima (LACA-LAMA) da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. O procedimento ocorreu de maneira distinta para cada seguimento corporal, posteriormente a retirada das amostras corporais da câmara fria e efetuado seu descongelamento. As amostras de útero e glândula mamária foram pesadas e usadas como peças individuais e inteiras para as análises de composição química corporal. As amostras referentes aos depósitos de gordura, vísceras e trato gastrointestinal foram homogeneizadas e a alíquota realizada proporcionalmente a massa respectiva daquele órgão no corpo e corresponderam a uma alíquota de 300g respectivamente. A amostragem da pele foi realizada pela retirada de regiões específicas do corpo. Foi retirada uma faixa de pele da região dorsal do animal estendendo-se até a cauda. Também retirada uma faixa de pele da pata anterior do animal. A carcaça, cabeça e patas dos animais foram trituradas utilizando-se processador industrial e fragmentadas em tamanhos em torno de 10cm². Em seguida as amostras foram moídas em picador de carne C.A.F. modelo 98 ST e em seguida retiradas alíquotas de 300g de amostras que foram acondicionadas em bandejas de alumínio, pesadas, identificadas e levadas a estufa de ventilação forçada a 55°C por 72h. Após o período estabelecido, as amostras foram retiradas da estufa e pesadas para a determinação da matéria pré-seca gordurosa. Posteriormente ao processo de pré-secagem, procedeu-se o desengorduramento inicial das amostras usando de sacos de TNT (tecido não-tecido) gramatura 100 micras, tamanho 20 x 20 cm, identificados e pesados para a quantificação de perda de gordura. Os componentes corporais foram pesados e adicionados aos sacos de TNT identificados e em seguida colocados dentro de tambores de plástico contendo éter de petróleo por um período de 48 horas e mantidas em câmara fria a 10°C para evitar a perda de éter por volatilização. Após o período estabelecido, as amostras foram retiradas e pesadas, denominando-se de matéria pré-desengordurada. Quando o procedimento de desengorduramento das amostras foi ineficiente, repetiu-se o procedimento para maximizar a extração de gordura dos componentes corporais. O cálculo da extração de gordura nessa etapa é destacado a seguir: $Gordura = (\text{Peso da amostra} - \text{Peso da amostra desengordurada}) / \text{peso inicial} \times 100$. A moagem das amostras foi realizada utilizando-se moinhos Thomas Myller com peneiras de 1 mm e em seguida as amostras foram acondicionadas em recipientes plásticos para as análises laboratoriais estabelecidas.

2.3.3. Análises Laboratoriais

As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG. Foram realizadas as determinações de matéria seca, matéria mineral, proteína bruta e extração de gordura das amostras do corpo do animal segundo a metodologia proposta por Silva e Queiroz (2002). As amostras de cada componente corporal foram pesadas em cadinhos de porcelana e secas em estufa a 105°C por 6 horas para a determinação de matéria seca. O resíduo do material pesado após essa etapa junto com o cadinho de porcelana foi colocado em forno mufla à temperatura de 600 °C por quatro horas para incineração e determinação da matéria mineral. O nitrogênio total das amostras foi determinado pelo método de combustão usando-se o aparelho Leco®. A extração de gordura foi determinada usando-se o aparelho tipo Soxhlet. A quantificação do teor de gordura das amostras foi realizada pela multiplicação das perdas de gordura durante o processo de secagem, desengorduramento inicial e extração de gordura no aparelho tipo Soxhlet.

2.3.4. Consumo de energia metabolizável do experimento

A partir das amostras dos alimentos oferecidos, das sobras, fezes e urina coletadas diariamente durante o ensaio de digestibilidade aparente (Capítulo 2) determinou-se a partição da energia. As análises laboratoriais foram realizadas nas dependências do Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG. As amostras de alimentos, sobras e fezes coletadas foram submetidas às determinações da matéria seca, matéria mineral e fibra em detergente neutro seguindo a metodologia proposta por Silva e Queiroz (2002). O fracionamento energético foi determinado em calorímetro adiabático tipo PARR 1281 pertencente ao Laboratório de Nutrição Animal da UFMG. No caso da urina, um volume de 10 mL de urina previamente desidratada em estufa ventilada (55°C) usando recipientes plásticos (copos plásticos), seguindo-se sua combustão na bomba calorimétrica, e feita então a queima do recipiente plástico vazio para referenciar a produção de calor da mesma individualmente, servindo de branco. Utilizando-se a técnica direta de determinação de energia com bomba calorimétrica, calcularam-se os valores da energia bruta, energia digestível e da energia metabolizável. Para tanto, mediu-se a energia bruta contida nas fezes, no alimento oferecido, nas sobras do alimento e na urina. A energia digestível foi calculada como a energia bruta ingerida menos a energia bruta excretada nas fezes. A energia metabolizável foi calculada como a energia digestível menos a energia bruta da urina somada a energia dos gases.

A energia perdida na forma de metano foi feita pela quantificação realizada a partir das mensurações de gases produzidos pelos animais que passaram na câmara respirométrica alimentados. O valor de 9,45 kcal foi atribuído para cada litro de metano produzido (Brouwer, 1965). A energia metabolizável ingerida pelos animais foi dividida pelo consumo de matéria seca total do experimento e multiplicado pelo número de dias em que os animais permaneceram no experimento.

2.3.5. Composição química corporal e exigências nutricionais

A composição corporal foi determinada pela análise química dos conteúdos de água, matéria mineral, gordura e proteína nos componentes corporais analisados separadamente (carcaça, pele, cabeça e patas, vísceras, trato gastrointestinal, depósitos de gordura, glândula mamária e útero). O conteúdo corporal de energia foi obtido calculando-se a quantidade de gordura e proteína pelos equivalentes calóricos conforme proposto pelo ARC (1980): Energia corporal = (5,6405 x Proteína) + (9,3929 x Gordura). A composição corporal de gordura, proteína e de energia do grupo experimental *ad libitum* foi estimada utilizando-se equações de regressão, sendo o logaritmo da quantidade destes constituintes presentes no corpo vazio em função do peso do corpo vazio. A equação adotada foi a preconizada conforme metodologia sugerida pelo ARC (1980): $\text{Log } Y = a + b \text{Log } X + e$, em que: Y = exigência líquida de energia (kcal) ou conteúdo de gordura (g) no ganho; a = intercepto da equação de predição do conteúdo corporal de energia ou gordura; b = coeficiente de regressão da equação do conteúdo corporal de energia ou gordura e X = peso de corpo vazio. A partir dos dados de composição química, proteína e gordura corporal dos animais, calculou-se o conteúdo de energia corporal dos animais. A retenção diária de energia se deu pela diferença do conteúdo de energia corporal dos animais abatidos no final do experimento (20 kg, 30 kg e 40 kg) e a diferença do conteúdo de energia corporal dos animais abatidos no início do experimento (animais referência). A produção de calor foi estimada pela diferença entre a ingestão de energia metabolizável diária e a retenção de energia diária no corpo dos animais, em kcal/kg de PCVZ^{0,75}, levando-se em consideração a quantidade de dias que os animais passaram no experimento. Os conteúdos corporais foram relacionados ao PCVZ final e inicial. A estimativa do PCVZ inicial de cada animal foi realizada aplicando-se a equação geral para todos os animais do experimento como sendo: $\text{PCVZ}_{\text{inicial}} (\text{kg}) = a + b * \text{PV}_{\text{inicial}} (\text{kg})$. A partir dos dados de ingestão de energia metabolizável e produção de calor diário dos animais estimou-se a exigência de energia líquida para manutenção (EL_m). A exigência de EL_m foi

calculada pela regressão do logaritmo da produção de calor em função do consumo de energia metabolizável, extrapolando-se para o nível zero de consumo de energia metabolizável (Lofgreen e Garret, 1968). A exigência de energia também foi estimada a partir do modelo não linear $PC = a \times e^{(b \cdot CEM)}$.

As exigências de energia líquida para ganho de peso (EL_g) foram calculadas utilizando apenas os animais do grupo experimental *ad libitum* estabelecido no ensaio. A estimativa de EL_g foi realizada utilizando-se equações de regressão para o logaritmo da quantidade de gordura, proteína e energia presentes no corpo vazio dos animais em função do peso do corpo vazio. A equação adotada foi a preconizada conforme metodologia sugerida pelo ARC (1980). As exigências de energia líquidas para ganho de peso de corpo vazio foram estimadas derivando-se a equação do conteúdo corporal dos nutrientes, em função do logaritmo do PCVZ, obtidos pela seguinte equação: $Y = b \cdot 10^a \cdot X^{(b-1)}$, em que: Y = Exigência líquida de energia para ganho (kcal); a = Intercepto da equação de predição do conteúdo corporal de proteína ou energia; b = Coeficiente de regressão da equação do conteúdo corporal de proteína ou energia e X = PCVZ em kg. A conversão da exigência líquida para ganho de PCVZ em exigência líquida para ganho de PV foi realizada utilizando-se o fator obtido pela relação entre PV e PCVZ.

2.3.6. Delineamento experimental e análises estatísticas

Para o estudo da composição corporal, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3 x 2 (três pesos de abate x manejos nutricionais) totalizando seis tratamentos experimentais com seis repetições por tratamento. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homocedasticidade e as análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software* R e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o consumo de matéria seca, em g/dia e g/UTM, foi feita a transformações dos dados para arco seno (ARSEN (RAIZ (VAR/100))). Para a análise de regressão, adotou-se o seguinte modelo logaritimizado, $Y = a + b \cdot X$, que mostra o comportamento da variável dependente Y em função da variável independente X.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa para o consumo de matéria seca (g/UTM), consumo de energia metabolizável (kcal/PCVZ^{0,75}/dia), produção de calor (kcal/kg PCVZ^{0,75}/dia) e retenção de energia (kcal/kg PCVZ^{0,75}/dia) por cordeiras Santa Inês em função do peso de abate e regimes alimentares (P>0,05) (Tabela 4).

Tabelas 4. Consumo de matéria seca (g/dia e g/UTM), consumo de energia metabolizável (kcal/kg PCVZ^{0,75}/dia), produção de calor (kcal/kg PCVZ^{0,75}/dia) e retenção de energia (kcal/kg PCVZ^{0,75}/dia) por cordeiras Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos

Variável	Pesos de abate			Regime		CV ^b (%)
	20 kg	30 kg	40 kg	<i>Ad libitum</i>	Restrito	
CMS (g/dia)	790,93 ^b	819,07 ^b	959,84 ^a	1004,88 ^a	708,34 ^b	10,00
CMS (g/UTM)	110,11 ^a	86,83 ^b	83,72 ^b	107,85 ^a	79,26 ^b	2,58
CEM (kcal/PCVZ ^{0,75} /dia)	299,13 ^a	252,53 ^b	245,60 ^b	313,84 ^a	217,66 ^b	2,25
PC (kcal/PCVZ ^{0,75} /dia)	243,56 ^a	204,32 ^b	211,89 ^b	259,06 ^a	180,79 ^b	10,54
RE (kcal/PCVZ ^{0,75} /dia)	55,57 ^a	48,21 ^{ab}	33,71 ^b	54,78 ^a	36,88 ^b	35,12

Médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem entre si para o mesmo fator pelo teste de tukey ($\alpha=0,05$). ^bCoefficiente de variação. CMS = Consumo de matéria seca; CEM = Consumo de energia metabolizável; PC = Produção de calor; RE = Retenção de energia; UTM = Unidade de tamanho metabólico; PCVZ = Peso de corpo vazio

A restrição alimentar proporcionou menores valores (P<0,05) para consumo de matéria seca (g/dia e g/UTM), consumo de energia metabolizável (kcal/kg PCVZ^{0,75}/dia), produção de calor (kcal/kg PCVZ^{0,75}/dia) e retenção de energia (kcal/kg PCVZ^{0,75}/dia). A limitação do fornecimento de nutrientes pela dieta, em termos quantitativos, proporcionou os menores resultados para os animais alocados nesse grupo, o que já era esperado. O CMS (g/UTM) foi 26,51% inferior quando as cordeiras foram mantidas em condições de restrição alimentar, o que refletiu em reduções de 30,66, 30,21 e 32,68% para o consumo de energia metabolizável, produção de calor e retenção de energia, respectivamente.

Houve efeito dos pesos ao abate sobre as variáveis analisadas (P<0,05). O consumo de matéria seca (g/UTM) e o consumo de energia metabolizável (kcal/kg PCVZ^{0,75}/dia) foram maiores pelos animais com 20 kg de peso em relação aos animais com 30 e 40 kg (P<0,05) sinalizando a maior necessidade de nutrientes na fase inicial de crescimento. A ingestão de MS em peso absoluto foi 17,60% inferior para cordeiras abatidas com 20 kg em relação às de

40 kg, ou seja, ingestão menor para animais mais leves; no entanto foi 23,97% superior para as primeiras em relação à essas última quando se avaliou em relação à UTM, o que reflete a ingestão imposta por um metabolismo aparentemente mais elevado, e de certa forma, mais eficiente. A maior ingestão de nutrientes pelos animais de 20 kg em relação aos animais de 30 e 40 kg teve reflexo na ingestão de energia, produção de calor e retenção de energia nos animais que mostrou-se superior nas cordeiras com 20 vs 40 kg ao abate em 17,90%, 13,00% e 39,34%, respectivamente para CEM (kcal/PCVZ^{0,75}/dia), PC (kcal/PCVZ^{0,75}/dia) e RE (kcal/PCVZ^{0,75}/dia). Esse resultado possivelmente está associado ao maior aporte de nutrientes ingerido pelos animais na fase inicial de crescimento favorecendo uma maior disponibilidade de substrato digestível no trato digestivo desses animais. Além disso, pode-se destacar a menor retenção de energia no corpo dos animais com o aumento do peso corporal, o que pode ser reflexo do custo energético associado ao crescimento animal.

As estimativas das exigências de energia líquida para manutenção (EL_m) foram obtidas estabelecendo uma equação de regressão entre o logaritmo da produção de calor em função do consumo de energia metabolizável para cada faixa de peso de abate individualmente (Figura 1, 2 e 3).

As equações de regressão obtidas foram:

- Para os animais de 20 kg foi: $\text{Log PC} = 1,9385 + 0,0015 * \text{IEM}$ ($r^2 = 0,86$);
- Para os animais de 30 kg foi: $\text{Log PC} = 1,8900 + 0,0016 * \text{IEM}$ ($r^2 = 0,89$);
- Para os animais de 40 kg foi: $\text{Log PC} = 1,8617 + 0,0018 * \text{IEM}$ ($r^2 = 0,93$).

A extrapolação da ingestão de energia para o nível zero de consumo possibilitou estimar a exigência de energia líquida para manutenção (EL_m), também denominada de produção de calor em jejum, obtendo-se: $EL_m = 86,79 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$, representando as exigências de energia líquida para manutenção de cordeiros em crescimento com 20 kg; $EL_m = 77,63 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$, representando as exigências de energia líquida para manutenção de cordeiros em crescimento com 30 kg e $EL_m = 72,73 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$, representando as exigências de energia líquida para manutenção de cordeiros em crescimento com 40 kg.

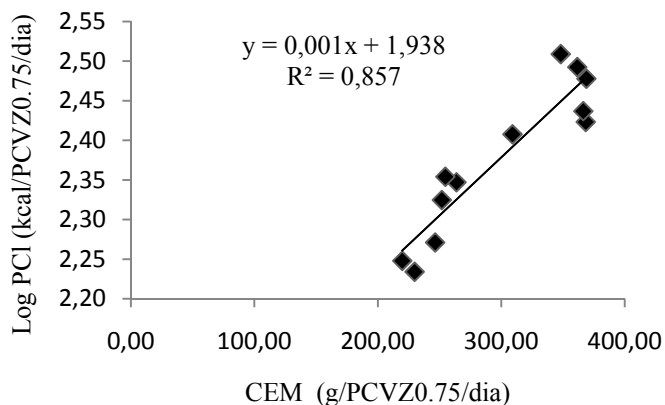


Figura 1. Logaritmo da produção de calor (kcal/PCVZ^{0.75}/dia), em função da ingestão diária de energia metabolizável para os animais abatidos aos 20 kg

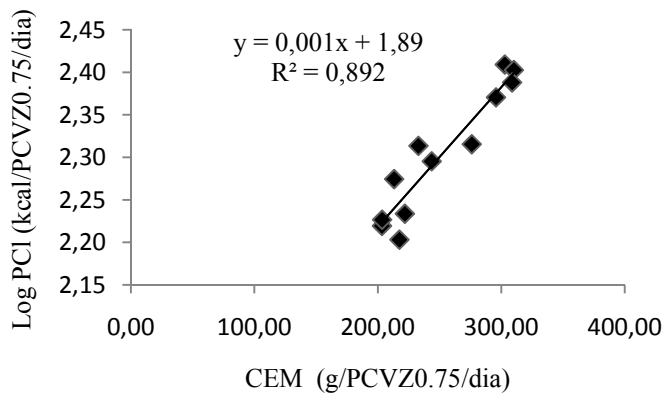


Figura 2. Logaritmo da produção de calor (kcal/PCVZ^{0.75}/dia), em função da ingestão diária de energia metabolizável para os animais abatidos aos 30 kg

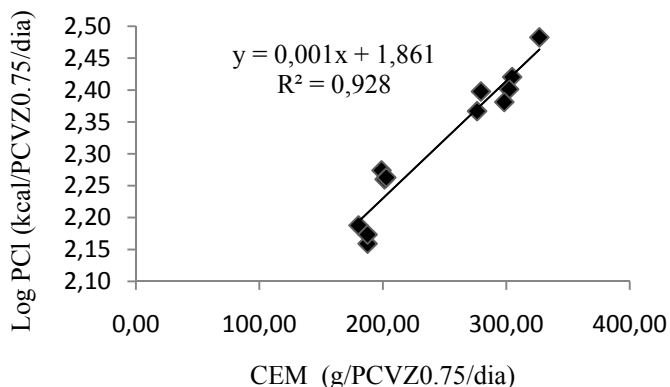


Figura 3. Logaritmo da produção de calor (kcal/PCVZ^{0.75}/dia), em função da ingestão diária de energia metabolizável para animais abatidos aos 40 kg

A aplicação do modelo não linear $PC = a + e^{(b \cdot CEM)}$ permitiu obter estimativas de energia líquida para manutenção para cada faixa de peso de abate do experimento:

- Cordeiras com 20 kg a equação obtida foi $PC = 86,791 * e^{0,0034 * IEM}$ ($r^2 = 0,857$);
- Cordeiras com 30 kg a equação obtida foi $PC = 77,626 * e^{0,0038 * IEM}$ ($r^2 = 0,892$);
- Cordeiras com 40 kg a equação obtida foi $PC = 72,733 * e^{0,0042 * IEM}$ ($r^2 = 0,928$).

Similarmente, a aplicação do modelo não linear $PC = a + e^{(b * CEM)}$ permitiu obter estimativas de energia líquida para manutenção de: $ELm = 86,791 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$; $ELm = 77,626 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$ e $ELm = 72,733 \text{ kcal/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$ para as faixas de peso de abate, 20, 30 e 40 kg respectivamente. Esses resultados foram similares as exigências de energia líquida de manutenção para os animais com 20 kg, 30 kg e 40 kg obtidos pela equação logarítmica (Figuras 4, 5 e 6).

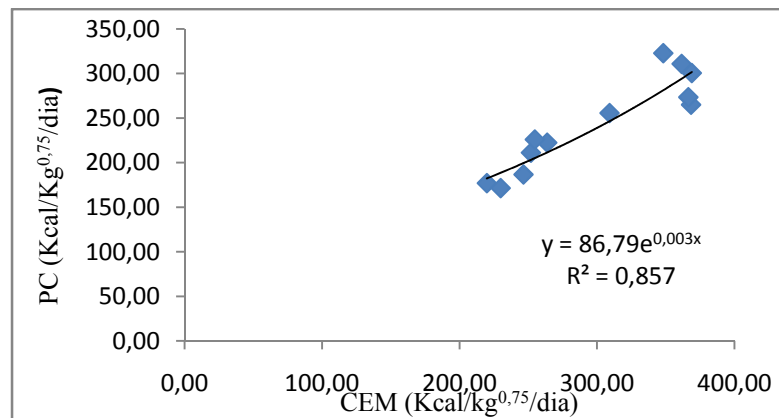


Figura 4. Relação entre a produção de calor e o consumo de energia metabolizável de cordeiras abatidas aos 20 kg

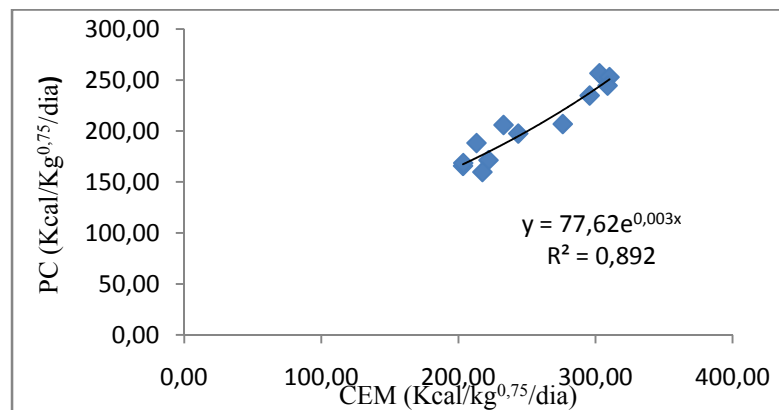


Figura 5. Relação entre a produção de calor e o consumo de energia metabolizável de cordeiras abatidas aos 30 kg

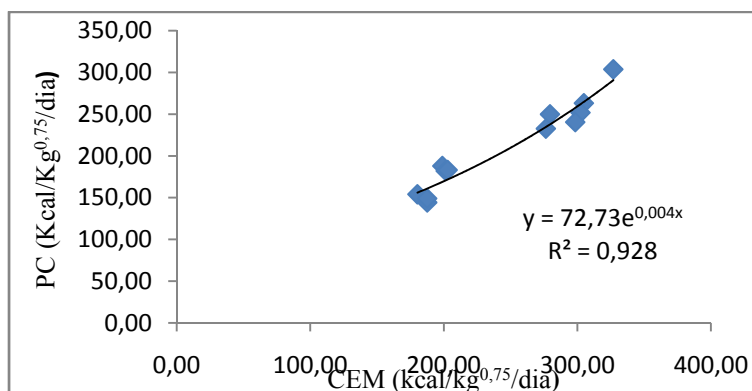


Figura 6. Relação entre a produção de calor e o consumo de energia metabolizável de cordeiras abatidas aos 40 kg

Os resultados obtidos foram superiores aos relatados por Souza (2013) e Macedo Junior (2008) trabalhando com fêmeas da raça Santa Inês em gestação. Souza (2013) obteve exigências de energia líquida para manutenção de borregas Santa Inês, de 66,85 kcal/PCVZ^{0,75}/dia. Macedo Junior (2008) obteve exigências de energia líquida para manutenção de ovelhas Santa Inês de 62 kcal/PCVZ^{0,75}/dia. O maior requisito nutricional de energia demandado pelos animais com peso vivo de 20 kg possivelmente seja decorrente da maior taxa metabólica de animais com menor peso vivo em relação a taxa metabólica de cordeiras com maiores pesos corporais, que por sua vez, animais com menor peso em fase inicial de crescimento possuem maior área superficial do corpo em relação a animais com maior peso demandando maior quantidade de energia para a manutenção da temperatura corporal, da mesma forma, a maior proporção de tecidos metabolicamente ativos aumenta a taxa metabólica diária (Cabral et al., 2008). Os resultados obtidos nessa pesquisa evidenciaram o maior peso e proporção dos componentes viscerais em relação ao corpo vazio, em particular o trato gastrointestinal. Essa constatação pode explicar a maior exigência nutricional de energia pelos animais com 20 kg. Os órgãos internos são grandemente responsivos a nutrição e muitas mudanças que ocorrem no metabolismo energético estão relacionadas às mudanças na massa desses órgãos quando os animais são submetidos a restrições alimentares. Alguns trabalhos realizados sugeriram que as alterações impostas na massa dos órgãos alterem as exigências de manutenção dos animais, pois correspondem a 50 ou 70% da produção de calor nos animais (Ferrell e Jenkins, 1985; Fluharty e McClure, 1997). As diferenças existentes na composição corporal dos animais também podem ter influenciado a exigência de manutenção, pois segundo Garrett (1980) a atividade metabólica da proteína corporal é mais intensa que a do tecido adiposo, incrementando os requisitos nutricionais de energia de animais que não atingiram a maturidade fisiológica e que possuem maior proporção de músculo.

Algumas considerações devem ser realizado quanto a idade e estado fisiológico dos animais, pois essas situações alteram a produção de calor. De acordo com o ARC (1980) diferenças nas taxas metabólicas são atribuídas a idade e estado fisiológico, evidenciando-se para animais jovens um maior metabolismo no jejum comparando a adultos. A explicação provável para isso reflete o decréscimo na atividade $\text{Na}^+ \text{K}^+$, ATPase no fígado e músculo esquelético com a idade assim como durante a lactação (Kelly e McBride, 1990) com redução de 3 a 8% de redução na produção de calor em jejum por ano (Graham et al., 1974). Mesmo não alcançando a amplitude fisiológica anual estabelecida pelos autores anteriormente, ressalta-se para os animais de 20 kg uma idade fisiológica inferior aos demais pesos de abate, contudo, não é possível afirmar se a amplitude cronológica tenha sido fator para as alterações nos requisitos de energia líquida para manutenção obtida nesse estudo.

A realização das estimativas de energia para ganho de peso procedeu-se com os dados referentes aos animais em manejo *ad libitum* em virtude principalmente desse grupo de animais terem expressado seu potencial de crescimento ao longo do ensaio. A composição química corporal dos animais está apresentada na Tabela 16 do Capítulo 3. A partir dos dados de peso vivo dos animais, assim como a composição química de gordura proteína e energia, obteve-se a quantidade de nutrientes depositadas no corpo vazio dos animais. O peso de corpo vazio dos animais nos diferentes pesos de abate foi obtido pela equação de regressão apresentada na Tabela 5. Nesse caso, pela aplicação da equação de regressão ($\text{PCVZ} = -3,0083 + 0,8827 * \text{PV}$), um animal com peso vivo de 20 kg terá um PCVZ de 14,56 kg. Na Tabela 5 estão apresentadas as equações de regressão para o conteúdo de nutrientes depositadas no corpo dos animais como também os coeficientes de determinação e as equações de regressão e significância estatísticas obtidas.

Tabela 5. Equações de regressão do peso do corpo vazio (PCVZ) em função do peso corporal (PC), e do logaritmo da quantidade de proteína, minerais, gordura e energia em função do logaritmo do PCVZ de cordeiras Santa Inês em crescimento abatidas aos 20 kg, 30 kg e 40 kg

Variável	Equação de regressão	R ²	Prob
PCVZ	$\text{PCVZ} = -3,0083 + 0,8827 * \text{PV}$	0,9682	<0,01
Gordura	$\text{Log gordura} = 0,7115 + 2,2157 * \text{Log PCVZ}$	0,9505	<0,01
Proteína	$\text{Log proteína} = 2,4674 + 0,8019 * \text{Log PCVZ}$	0,9788	<0,01
Minerais	$\text{Log minerais} = 1,9792 + 0,7280 * \text{Log PCVZ}$	0,8378	<0,01
Energia	$\text{Log energia} = -0,5001 + 1,7330 * \text{Log PCVZ}$	0,9648	<0,01

A partir dessas equações foram determinadas as estimativas de concentração de proteína, minerais, gordura e energia, em gramas e em função do PCVZ (Tabela 6 e 7). Os resultados obtidos demonstraram aumento da composição química de proteína, minerais, gordura, em gramas, e conseqüentemente de energia corporal, em Mcal, com o aumento do peso de abate dos animais (Tabela 6), sendo esse comportamento reflexo do crescimento animal, o que conseqüentemente, favoreceu o incremento de nutrientes no corpo com o aumento do peso de abate dos animais.

Tabela 6. Composição corporal em proteína, gordura minerais, em gramas, e energia, em Mcal, de cordeiras em crescimento abatidas de 20 kg, 30 kg e 40 kg de peso vivo

Peso vivo	PCVZ	Proteína (g)	Gordura (g)	Energia (Mcal)	Minerais (g)
20 kg	14,56	2512,6	1943,2	32,8	669,7
30 kg	23,34	3669,0	5530,8	74,3	944,4
40 kg	32,12	4740,1	11223,7	129,2	1191,6

A relação gordura:proteína foi de 0,77; 1,51 e 2,37 para as cordeiras com 20 kg, 30 kg e 40 kg, respectivamente. Evidenciou-se que a relação proteína:gordura foi favorável para os animais mais leves invertendo-se com o avanço do peso corporal. A relação corporal de proteína:gordura foi de 1,29 nas cordeiras com 20 kg ao abate, de modo que, inverteu-se o depósito desses nutrientes no corpo das fêmeas, passando a uma relação de gordura:proteína de aproximadamente 1,51 aos 30 kg e 2,37 para aquelas abatidas aos 40 kg. As quantidades absolutas de proteína nos corpos das cordeiras elevaram-se na ordem de 31,52% para os pesos de 20 para 30 kg ao abate e 22,60% de 30 para 40 kg; já os depósitos de gordura nesses mesmos intervalos tiveram crescimentos na ordem de 133,34 e 101,44% demonstrando a sucessão tissular nos corpos desses animais em razão do peso atingido. Mesmo obtendo-se uma amplitude elevada em valores absolutos, a deposição de proteína, em g/kg de PCVZ, apresentou pouca variação, 8,92 e 6,13%; enquanto a deposição de gordura, em g/kg de PCVZ, foi de 43,66 e 32,18% para as faixas de peso de 20 a 40 kg, respectivamente (Tabela 7).

Houve incremento na concentração de gordura e energia, em g/kg e em Mcal/kg de PCVZ, com o aumento no peso de abate dos animais (Tabela 7). Os resultados foram de 133,50 a 349,42 g/kg de PCVZ e de 2,25 a 4,02 Mcal/kg de PCVZ, para gordura e energia, respectivamente. Comportamento inverso foi obtido para a concentração de minerais e de proteína, em g/kg de PCVZ, no corpo animal com o aumento do peso de abate (Cavalcanti,

2014 - dados não publicados). Esses resultados são reflexos do crescimento animal, o que proporciona uma maior deposição de tecido adiposo no corpo com a elevação do peso corporal em detrimento a deposição de proteína no corpo. Esses resultados estão de acordo com Gonzaga Neto et al. (2006) que observaram redução na concentração de proteína no corpo dos animais Santa Inês em crescimento de 15 kg a 25 kg, e foram de 181,73 a 178,74 g/kg de PCVZ, enquanto que a concentração de gordura foi elevada, de 72,37 a 131,11 g/kg de PCVZ, e conseqüentemente a concentração de energia, 1805,08 a 2338,42 kcal/kg de PCVZ.

Tabela 7. Concentração corporal de proteína, minerais e gordura, em g/kg de PCVZ, e energia, em Mcal/kg, de cordeiras em crescimento abatidas aos 20 kg, 30 kg e 40 kg de peso vivo

Peso vivo	PCVZ (kg)	Proteína (g/kg)	Gordura (g/kg)	Energia (Mcal/kg)	Minerais (g/kg)
20 kg	14,56	172,61	133,50	2,25	46,01
30 kg	23,34	157,21	236,98	3,18	40,47
40 kg	32,12	147,57	349,42	4,02	37,10

A relação gordura:proteína na presente pesquisa evidenciam mudanças na partição dos nutrientes depositados na forma de proteína e gordura com a mudança na maturidade fisiológica dos animais. A relação dos nutrientes depositados como proteína corporal teve reflexo negativo ao longo do crescimento animal, ocasionando em diminuição na velocidade de crescimento de tecido proteico do corpo e com maior intensidade de desenvolvimento do tecido adiposo. As maiores relações gordura:proteína em animais Santa Inês com peso corporal mais elevados podem ser um mecanismo natural de estocagem energética para utilização em períodos de carência alimentar e/ou os animais possivelmente estavam próximos do peso a maturidade, o que favorece uma deposição de tecido adiposo mais acentuado. Ressalta-se que avaliações são necessárias para tornar tais afirmações conclusivas. Durante a curva de crescimento animal o tecido adiposo tem maior taxa de crescimento com o aumento do peso do corpo enquanto a taxa de deposição proteica tende a diminuir (Owens et al., 1995). Assim, torna-se imprescindível nas avaliações de composição corporal de animais em crescimento, em especial fêmeas, estabelecer-se o ponto em que ocorre a desaceleração nas taxas de deposição de músculo e incremento nas taxas de deposição de gordura, em virtude de desvalorizações na comercialização e a possibilidade de contribuição para melhoria nos índices econômicos da pecuária em função da melhoria na eficiência produtiva dos animais.

A partir da derivação das equações alométricas logaritimizadas para cada nutriente (Tabela 5) foi possível obter a deposição de nutrientes no corpo vazio e que correspondem às necessidades de energia líquida para ganho de peso e estão apresentados na Tabela 8. As equações obtidas foram:

- Proteína = $235,272 \cdot \text{PCVZ}^{-0,19806}$;
- Minerais = $69,394 \cdot \text{PCVZ}^{-0,27198}$
- Gordura = $11,404 \cdot \text{PCVZ}^{1,2157}$;
- Energia = $0,548 \cdot \text{PCVZ}^{0,7330}$.

A composição do ganho, denominado de exigências nutricionais de energia para ganho de peso elevaram-se com o aumento do peso vivo de abate (Tabela 8). Os resultados seguiram a mesma tendência da concentração química de gordura e energia, expressa em g/kg e Mcal/kg (Tabela 7), elevando-se com o aumento do peso vivo de abate. Os valores obtidos foram de 295,79 a 774,20 g/kg de PCVZ e de 3,90 a 6,97 Mcal/kg de PCVZ para gordura e energia, respectivamente. Houve redução da concentração de proteína com o aumento do peso de abate (Cavalcanti, 2014 - dados não publicados) (Tabela 8).

Tabela 8. Conteúdo de proteína, minerais, gordura e energia depositada por kg de ganho de peso de corpo vazio (PCVZ) de cordeiras em crescimento abatidas aos 20 kg, 30 kg e 40 kg de peso vivo

Peso vivo	PCVZ (kg)	Proteína (g/kg)	Gordura (g/kg)	Energia (Mcal/kg)	Minerais (g/kg)
20 kg	14,56	138,43	295,79	3,90	33,50
30 kg	23,34	126,07	525,08	5,51	29,46
40 kg	32,12	118,34	774,20	6,97	27,01

Alguns fatores afetam as exigências de energia para ganho dos animais com destaque para a deposição tecidual ao longo do ganho de peso, o sexo e a taxa de maturidade dos animais. Ressalta-se que para a realização dessa pesquisa, utilizaram-se fêmeas ovinas da raça Santa Inês, e destaca-se que dentro de mesmo grupo contemporâneo, fêmeas tendem a depositar mais gordura corporal em relação aos machos (Purchas, 1991), e, portanto, ao alcançar a maturidade fisiológica, as fêmeas depositam mais gordura em relação a machos, o que pode incrementar sua exigência nutricional em torno de 18%. O ARC (1980) destacou que a concentração energética no ganho para fêmeas foram de 15,86%, 17,68% e 18,33% superiores em relação a machos inteiros para animais com peso de corpo vazio de 20 kg, 30 kg e 40 kg respectivamente. Nessa pesquisa, a composição energética do ganho elevou-se

29,22% para aumento de 20 kg para 30 kg e de 20,95% para aumento de 30 kg para 40 kg assemelhando-se ao proposto pelo ARC (1980) como sendo 26,77% e 21,12% para mudanças no peso de 20 kg para 30 kg e de 30 kg para 40 kg, respectivamente. A concentração de energia para ganho de PCVZ, citada pelo ARC (1980) para animais com 20 kg a 40 kg de peso variou de 3,46 e 5,96 Mcal/kg e, foram próximas à obtida para cordeiras Santa Inês neste experimento.

As informações de composição do ganho de peso para ovinos, preconizados pelo ARC (1980), demonstraram a diminuição na quantidade de proteína e incremento de gordura e energia depositada por kg de ganho à medida que o animal se torna mais pesado (Gonzaga Neto et al., 2006). O conteúdo de minerais seguiu comportamento semelhante ao da proteína corporal, e decresceu com o aumento do peso de abate animal. Os valores obtidos nessa pesquisa variaram de 27,01 a 33,50 g/kg de PCVZ para animais de 20 kg a 40 kg e permaneceram em torno de 31 g/kg de PCVZ conforme estabeleceu o ARC (1980). De acordo com o ARC (1980) a composição química do ganho de gordura, proteína e energia para fêmeas é de 291, 432 e 572 g/kg de PCVZ, de 128,0, 119,0 e 113,0 g/kg de PCVZ e de 3,451, 4,712 e 5,973 Mcal/kg para fêmeas com 20 kg, 30 kg e 40 kg respectivamente. A concentração de gordura, proteína e energia para ganho de PCVZ, citada pelo ARC (1980) para as três faixas de peso foram próximas à obtida para cordeiras Santa Inês neste experimento.

Na presente pesquisa, ressalta-se uma maior relação gordura:proteína verificada no corpo por kg de ganho, de 2,14; 4,16 e 6,54 para 20 kg, 30 kg e 40 kg, respectivamente, incrementando a deposição de tecido com maior densidade energética em função da alteração fisiológico do animal. Esses resultados demonstram que mudanças na composição corporal (Tabela 6 e 7) e composição do ganho (Tabela 8) obedecem a uma ordem cronológica e/ou fisiológica, de modo que, a deposição de nutrientes no corpo animal na forma de gordura é bastante variável e acompanha o crescimento e a maturidade fisiológica dos animais. Analisando-se os dados obtidos, verificou-se que durante a fase de crescimento animal, existe uma maior intensidade de crescimento muscular em relação ao tecido adiposo, que é depende da ação dos hormônios do crescimento atuando em conjunto com o hormônio testosterona. Verificou-se nessa pesquisa que a redução na proporção do tecido depositado como gordura de 43,67% e 32,18% para a mudança no peso de 20 kg vs 30 kg e de 30 kg vs 40 kg respectivamente, permitem destacar a possibilidade dos animais do ensaio próximos ao peso à maturidade. Dessa forma, ressalta-se a importância de considerar o estágio de maturidade fisiológica dos animais para a estimativa das necessidades nutricionais em energia, o que pode

incrementar a necessidade de ingestão de nutrientes por animais mais velhos em comparação aos animais jovens (Gerassev et al. 2006). Com o aumento do ganho de peso e peso do corpo vazio em função do crescimento animal há incremento nas exigências energéticas (ARC, 1980; NRC, 1985). Nessa fase ocorre maior deposição de gordura, em virtude do avanço da idade e peso vivo dos animais, constituindo um tecido de alto valor energético. Os trabalhos avaliando as exigências de energia para fêmeas em crescimento são escassos na literatura brasileira, porém, existe uma gama de trabalhos conduzidos com machos para essa mesma categoria produtiva, com os resultados variados.

No trabalho realizado por Gonzaga Neto et al. (2006) observaram-se que o aumento no peso dos animais não promoveu alterações marcantes em relação a deposição de proteína em g/kg de ganho PCVZ, todavia, resultou em elevação da deposição de gordura em g/kg de ganho de PCVZ e de energia, em Mcal/kg de PCVZ. Os resultados implicaram em aumento de 28% na concentração de energia quando o peso vivo elevou de 15 para 25 kg sendo reflexo aumento de gordura corporal. A concentração de gordura e energia para ganho de PCVZ obtida pelos autores foi inferior a obtida no presente estudo. No trabalho realizado por Regadas Filho et al. (2011) avaliando as exigências nutricionais de energia de ovinos Santa Inês em crescimento, os autores observaram que as exigências energéticas de ganho elevaram-se com o aumento do ganho de peso animal devido ao maior depósito de gordura acumulado por kg de ganho. Os valores encontrados variaram de 2,94 a 4,28 Mcal/kg GPCVZ para pesos de 15 a 30 kg respectivamente. Os dados obtidos no estudo foram 21,9 e 14,4% superiores aos recomendados pelo ARC (1980) para animais de 15 e 25 kg respectivamente.

4. CONCLUSÕES

As exigências nutricionais de energia líquida para manutenção por fêmeas Santa Inês em crescimento com 20 kg, 30 kg e 40 kg são de 86,79; 77,63 e 72,73 kcal/PCVZ^{0,75}/dia, respectivamente, e portanto, decrescem com a elevação do peso vivo.

A concentração de gordura e energia no ganho de corpo vazio de fêmeas Santa Inês em crescimento eleva-se com o aumento do peso corporal. A composição corporal foi variou de 133,50 a 349,42 g/kg de PCVZ para gordura e de 2,25 a 4,02 Mcal/kg de PCVZ em animais com 20 kg a 40 kg.

As exigências nutricionais de energia líquida para ganho de peso por fêmeas Santa Inês em crescimento elevam-se com o aumento do peso e são de 3,90; 5,51 e 6,97 Mcal/PCVZ^{0,75}/dia para animais com 20 kg, 30 kg e 40 kg, respectivamente.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. *The nutrient requirements of ruminants livestock*. London: Commonwealth Agricultural Bureaux. 1980. 351p.

BLAXTER, K.L.; CLAPPERTON, J.L. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. *Br. J. Nutr.*, v.19, p.511-522, 1965.

BROUWER, E. *Report of Sub-Committee on Constants and Factors*. Proc 3rd Symp. On Energy Metabolism, EAAP Publ. N° 11. p. 441 – 443, 1965.

CABRAL, L.S.; NEVES, E.M.O.; ZERVOUDAKIS, J.T.; ABREU, J.G.; RODRIGUES, R.C.; SOUZA, A.L.; OLIVEIRA, Í.S. Estimativas dos requisitos nutricionais de ovinos em condições brasileiras. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal.*, v.9, n.3, p. 529-542, jul/set, 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*. n.82, p149-169, 2004.

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION - CSIRO PUBLISHING. *Nutrient requirements of domesticated ruminants*. Collingwood, Australia. 2007. 270p.

FLUHARTY, F.L.; McCLURE, K.E. Effects of dietary energy intake and protein concentration on performance and visceral organ mass in lambs. *Journal of Animal Science.*, v.75, p.604-610, 1997.

FERREL, C.L.; JENKINS, T.G. Cow type and nutritional environment: nutritional aspects. *Journal of Animal Science.*, v.61, p.725-733, 1985.

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

GERASSEV, L.C.; PEREZ, J.R.O.; CARVALHO, P.A. PEDREIRA, B.C.; ALMEIDA, T.R.V. Efeitos da restrição pré e pós natal sobre o crescimento e o desempenho de cordeiros Santa Inês do desmame ao abate. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.1, p.237-244, 2006.

GONZAGA NETO, S.; SILVA SOBRINHO, A.G.; RESENDE, K.T. ZEOLA, N.M.B.L.; SILVA, A.M.A.; MARQUES, C.A.T.; LEÃO, A.G. Composição corporal e exigências

nutricionais de proteína e energia para cordeiros Morada Nova. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.6, p.2446-2456, 2005.

GRAHAM, N.McC.; SEARLE, T.W.; GRIFFITHS, D.A. Basal metabolic rate in lambs and young sheep. *Australian Journal of Agricultural Research*. v.25, p.957–971. 1974.

GUIM, A.; SANTOS, G.R.A. Manejo nutricional de pequenos ruminantes em regiões semiáridas. In: Anais Zootec, 22., 2008. João Pessoa. *Anais... Zootec/UFPB*, 2008. p.1-22.

HAMMOND, J. *Principios de la explotación animal*. Zaragoza: Acríbia, 1966. 363p.

KELLY, J.M.; McBRIDE, B.W. The sodium pump and other mechanisms of thermogenesis in selected tissues. *Proceedings of the Nutrition Society*. v.49, p.185–202. 1990.

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, n.3, p.793-806, 1968.

MACEDO JUNIOR, G.L. *Exigências nutricionais de ovelhas gestantes da raça Santa Inês*. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. 291p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG, 2008.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient requirements of small ruminants*. Washington, D. C.: National Academy Press. 362 p. 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient requirements of sheep*. 6.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985. 99p

OWENS, F.N., GILL, D.R., SECRIST, D.S. et al. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. *Journal of Animal Science*., 73:3152-3172. 1995.

PURCHAS, R.W. Effect of sex and castration on growth and composition. In: Pearson A.M.; Dutson, T.R. ed. *Growth regulation in farm animals.- advances in meat research*, vol 7. Elsevier Applied Science: London, cap 8. p.203-254, 1991.

REGADAS FILHO, J.G.; PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; VILARROEL, 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.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SOUZA, F.A. *Composição corporal e exigências de energia e proteína para borregas Santa Inês gestantes*. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2013. 91p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG, 2013.

CAPITULO 5

FRACIONAMENTO ENERGÉTICO E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ENERGIA POR RESPIROMETRIA DE CORDEIRAS SANTA INÊS EM CRESCIMENTO**RESUMO**

Objetivou-se determinar o fracionamento energético, exigências nutricionais e produção dos gases da respiração de cordeiras da raça Santa Inês em crescimento pela técnica calorimétrica. O experimento foi realizado no Laboratório de Calorimetria e Metabolismo da Universidade Federal de Minas Gerais no período de novembro de 2010 a abril de 2011. Foram utilizadas cinquenta e sete cordeiras Santa Inês com 3 a 4 meses de idade e peso vivo médio de 14 a 26 kg, perfazendo um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2, três pesos de abate (20 kg, 30 kg e 40 kg) e dois manejos nutricionais (*ad libitum* e restrito). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software* R e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A restrição nutricional afetou negativamente o fracionamento energético de nutrientes pelos animais ($P < 0,05$). A ingestão de EB foi 32,74% inferior para os animais em restrição alimentar, o que sinalizou reduções na ordem de 37,40% e 61,13% para as ingestões de EL e BE como também para o aproveitamento da energia, representado pela relação EM/EB. Houve efeito dos pesos de abate sobre as frações energéticas ($P < 0,05$). O consumo de EB, em kcal/dia, foram maiores para os animais abatidos aos 40 kg em relação aos demais ($P < 0,05$). As maiores perdas de energia urinária, em kcal/dia, foram para os animais abatidos aos 40 kg em relação aos demais ($P < 0,05$). A perda de energia nas fezes e na forma de metano obtido pela respirometria, em kcal/UTM, foi maior para os animais abatidos aos 20 kg em relação aos demais pesos. A energia líquida para manutenção foi de 111,79; 104,35 e 77,78 kcal/PV^{0,75}/dia para animais com 20 kg, 30 kg e 40 kg respectivamente. O regime nutricional afetou negativamente a produção de calor dos animais, em kcal/dia, o consumo de O₂ e a produção de CO₂, em L/dia, e a produção de CO₂ em L/UTM. O quociente respiratório não foi afetado pelo regime alimentar. Houve efeito do peso de abate para a produção de calor e as trocas gasosas expressas em relação ao peso metabólico ($P < 0,05$). A produção de CO₂ e CH₄ foram maiores para os animais com 20 kg em relação aos animais com 30 e 40 kg. O consumo de O₂, L/UTM, foram maiores para os animais com 20 kg em relação aos animais de 40 kg e ambos semelhantes aos com 30 kg. O regime nutricional afetou negativamente a produção de calor em jejum dos animais, em kcal/UTM, e o consumo de O₂ em L/dia e L/UTM. Houve efeito do peso de abate para a produção de calor e as trocas gasosas pelos animais em jejum alimentar ($P < 0,05$). Evidenciou-se maior produção de calor, em kcal/dia, para os animais com 30 kg em relação aos animais com 20 kg e ambos semelhantes aos com 40 kg, todavia, quando expressas em relação ao peso metabólico, a produção de calor foi maior para os animais com 20 kg e 30 kg em relação aos animais de 40 kg. Cordeiras Santa Inês submetidas a restrição de nutrientes durante o crescimento reduzem a ingestão das frações de energia dietéticas. Os pesos de abate afetam a ingestão de energia por cordeiras Santa Inês em crescimento. Os animais Santa Inês com 20 kg de peso vivo priorizam a ingestão de energia por unidade de tamanho metabólico como necessária para atendimento de suas demandas nutricionais. A produção de gases por cordeiras Santa Inês varia em função do plano nutricional e pesos de abate.

Palavras-chave: calorimetria, fêmeas, gordura, ovinos, proteína, ruminantes

ENERGY PARTITION AND ENERGY REQUIREMENT FOR SANTA INÊS LAMBS DURING THE GROWTH FOR RESPIROMETRY

ABSTRACT

This aimed to evaluate the energy partition, nutritional requirement of energy e gas production for Santa Ines lambs slaughtered at different weights and submitted to the plane feeding distinct. The experiment was conducted in the laboratory of Calorimetry and Metabolism of the Federal University of Minas Gerais in the period november of 2010 the april of 2011. Were used fifty seven females Santa Ines with 3 and 4 months of age e body weight between 14 and 26 kg, making a experimental design followed a completely randomized in a factorial project 3 x 2, three slaughter weights to the 20 kg, 30 kg and 40 kg and two nutritional planes (*ad libitum* and restricted). The nutritional restriction affected negatively the energetics fraction for the animals ($P < 0,05$). The EB intake were 32,74% lower for the animals in feeding restriction, signaling reduction in the order of 37,40% e 61,13% for EN and BE intakes but also for harnessing energy, represented for the relation EM/EB. There was effect of body weight on energy fractions ($P < 0,05$). The EB intake, in kcal/dia, were higher for the animals with 40 kg compared to the others ($P < 0,05$). The higher losses of urinary energy, in kcal/day, were for animals slaughtered at 40 kg compared to the others ($P < 0,05$). The energy loss in faeces and in the form of methane obtained by respirometry, in kcal/UTM, were higher for animals slaughtered at 20 kg compared to the other weights.. The net energy to maintenance were 111,79; 104,35 and 77,78 kcal/BW^{0,75}/day to animals with 20 kg, 30 kg and 40 kg, respectively. The nutritional plane affected negatively the heat production animals, in kcal/day, O₂ intake and CO₂ production, in L/day, and CO₂ production, in L/UTM. The respiratory quotient was not affected nutritional plane. There was effect of the slaughter weight for heat production and gas exchange expressed in relation to the metabolic weight ($P < 0,05$). The CO₂ e CH₄ production were higher for animals with 20 kg compared with 30 and 40 kg. The O₂ intake, in L/UTM, was higher for animals with 20 kg compared with 40 kg animals and both similar to 30 kg. The nutritional restriction affected negatively the heat production in fasting of the animals, in kcal/UTM, and O₂ intake in L/day and L/UTM. There was effect of slaughter weight for the heat production and gas exchange by animals in fasted ($P < 0,05$). Evidenced higher heat production, in kcal/day, for animals with 30 kg compared with 20 kg, however, when expressed relative to metabolic weight, the heat production was higher for animals with 20 kg and 30 kg in relation to the animals with 40 kg. The Santa Inês lambs submitted the nutritional restriction during growth reduces the intake of dietary energy fractions. The slaughter weights affect energy intake by growing Santa Ines lambs. The Santa Inês animals with 20 kg prioritize the energy intake per unit of metabolic size as necessary to meet their nutritional demands. The gas production by Santa Ines lambs varies with the nutritional plan and slaughter weights.

Key-words: calorimetry, fat, females, protein, ruminants, sheep

1. INTRODUÇÃO

O estudo do metabolismo é importante para indicar todas as transformações químicas e energéticas que ocorrem no organismo de um ser vivo sendo normalmente expresso em termos da velocidade de liberação de calor durante as reações químicas. Diante disso, a energia utilizada pelos seres vivos para realizar tais funções é obtida a partir da oxidação dos nutrientes absorvidos, sendo dessa forma, a energia livre gerada nas reações poderá ser utilizada pela célula para realizar suas funções. A produção de calor em ruminantes ocorre a partir de resultados envolvendo o metabolismo ruminal, decorrente dos processos de ingestão e digestão dos alimentos, forçando os animais utilizarem com maior intensidade seu sistema de termorregulação, em função do incremento de calor gerado no momento da digestão.

A energia exerce funções importantes no organismo animal, sendo considerada como limitante para a vida e funções de produção animal com maior parte das necessidades de energia sendo utilizados para atender as demandas de manutenção dos animais. A estimativa das exigências nutricionais em condições brasileiras ainda são pouco estudadas, de modo que, a elaboração das dietas continua sendo realizada a partir de dados gerados em condições diferentes aos sistemas de produção de ovinos nacionais. Existem alguns métodos para as mensurações da partição energética em ruminantes, a saber, os métodos diretos e indiretos, sendo que a maioria dos resultados nacionais é obtida pela técnica do abate comparativo (Lofgreen e Garrett, 1968). A técnica calorimétrica consiste em um método indireto e prático e está em expansão no Brasil atualmente permitindo realizar o fracionamento e quantificar as necessidades energéticas dos animais, sendo que a produção de calor é feita a partir das trocas respiratórias do animal, procedimento realizado em câmaras respirométricas (Rodrigues et al., 2007). Nessa técnica a ingestão de energia metabolizável e a produção de calor são mensurados e a energia retida é determinada pela diferença. Ressalta-se que poucos ensaios em condições brasileiras são realizados com a utilização dessa técnica. Dessa forma, objetivou-se avaliar o fracionamento energético e a produção de calor por cordeiras Santa Inês em crescimento abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos pela técnica calorimétrica.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local de realização do experimento

O experimento foi conduzido no Laboratório de Metabolismo e Calorimetria Animal (LAMACA) pertencente a Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG localizada na cidade de Belo Horizonte – MG no período de Novembro de 2010 a abril de 2011. O projeto teve aprovação do Comitê de Ética e Experimentação Animal da UFMG – CETEA (Anexo IV). A região onde fica a cidade de Belo Horizonte possui clima tipo Aw (classificação Koppen), classificado como tropical com estação seca, com a cidade localizada a 858 metros acima do nível do mar.

2.2. Animais, instalações, dietas experimentais e delineamento experimental

2.2.1. Animais e instalações experimentais

Foram utilizadas 36 fêmeas da raça Santa Inês alocados em dois grupos de manejos nutricionais e três pesos de abate conforme proposta para o ensaio experimental. Os animais do grupo de abate com 20 kg foram adquiridos com peso vivo inicial de $17,51 \pm 2,04$ kg e recém-desmamados em torno de 70 dias. Os animais do grupo de abate aos 30 kg foram adquiridos com peso inicial de $16,18 \pm 2,90$ kg e idade média de 118 dias. Os animais do grupo de abate aos 40 kg foram adquiridos com peso vivo inicial de $21,16 \pm 2,23$ kg e idade média de 121 dias. Os animais utilizados no ensaio experimental foram adquiridos de duas propriedades do estado de Minas Gerais. Ao serem recepcionados no Laboratório de Metabolismo e Calorimetria Animal (LAMACA), os animais foram submetidos à avaliação clínica e em seguida procedeu-se a pesagem e avaliação da condição de escore corporal dos animais, os quais foram posteriormente identificados com brincos plásticos numéricos afixados na orelha, pesados e vermifugados. As cordeiras foram alojadas individualmente em gaiolas de metabolismo, alocadas em galpão de alvenaria coberto, com piso concretado e cimentado, dotadas de comedouros, bebedouros, saleiros plásticos e dispositivos apropriados para coleta de urina e fezes, onde permaneceram durante todo o período experimental.

Ao chegar nas dependências do LAMACA, o manejo diário consistia na limpeza do piso da sala onde estavam alocadas as gaiolas de metabolismo, seguindo pela retirada das sobras referentes aos alimentos fornecido do dia anterior. A quantificação dessas sobras foi importante para o estabelecimento do consumo diário pelos animais. Os baldes de água eram

diariamente retirados das gaiolas e após mensuração do volume de água eram lavados e adicionado um volume de 4L de água para os animais consumirem. Um balde com volume de 4 L de água foi colocado no galpão para quantificar a evaporação e realizar as correções do consumo de água, tendo suas perdas diárias aferidas. O sal mineral foi fornecido para garantir um consumo à vontade, sendo as sobras diariamente pesadas para determinação do consumo. Semanalmente procedia-se a pesagem dos animais e avaliação do escore de condição corporal, após período de jejum de 16 horas, para acompanhamento do ganho de peso dos animais e ajustes no consumo diário.

2.2.2. Dieta experimental e manejo nutricional

No início do experimento, os animais passaram por um período de adaptação ao manejo nutricional, local e condições do ensaio experimental por \pm 40 dias. Para os animais abatidos aos 20 kg de peso vivo o período de adaptação foi mais curto, de 10 dias. Os alimentos utilizados na formulação da ração experimental consistiram de feno de capim Tifton 85 (*Cynodon dactylon* spp), milho moído, farelo de soja, fosfato bicálcico, calcário calcítico e bicarbonato de sódio. A composição percentual da dieta experimental está apresentada na Tabela 1. O feno de capim tifton foi confeccionado e adquirido da fazenda Santa Helena no município de Bom Despacho – MG. O concentrado energético, proteico e a mistura mineral foram misturados por meio do uso de misturador de ração na Fazenda Experimental prof. Hélio Barbosa em Igarapé – MG, pertencente à UFMG. A ração experimental foi formulada baseada em estimativa de ganho de 300 g/dia para cordeiros, obtida pelo sistema SRNS (Cannas et al., 2004). Na Tabela 2 estão apresentadas a composição centesimal e bromatológica dos alimentos que compuseram a ração experimental.

Tabela 1. A composição percentual da dieta experimental

Concentrado	% na Matéria natural
Farelo de milho	51,52
Farelo de soja	44,87
Fosfato bicálcico	0,15
Calcário	1,84
Bicarbonato de sódio	1,62
Concentrado	55,44
Volumoso	44,56

Tabela 2. Composição bromatológica dos alimentos e dieta experimental

Nutriente	Concentrado	Volumoso	Dieta
Matéria Seca (% da MN)	88,23	88,84	88,50
Matéria Orgânica (%)	80,00	82,84	81,26
Matéria Mineral (%)	8,24	6,00	7,24
Fibra em detergente Neutro (%)	12,42	62,18	34,59
Fibra em detergente Ácido (%)	5,23	31,04	16,74
Proteína Bruta (%)	31,5	10,31	22,05
Extrato Etéreo (%)	3,74	1,93	2,93
Energia Metabolizável (kcal/kg)	-	-	2316,03

MN = Matéria natural; Energia metabolizável média do experimento, sendo a produção de metano estimada pelo modelo descrito por Blaxter e Clapperton (1965).

O fornecimento da ração foi feito diariamente em duas refeições iguais, às oito e às 17 h, de maneira que a quantidade fornecida foi ajustada semanalmente de acordo com o consumo dos animais alocados no grupo *ad libitum*. O consumo médio dos animais de consumo *ad libitum*, por unidade de tamanho metabólico (UTM), era multiplicado por 1,15 para permitir 15% de sobra para os animais deste grupo, e, inicialmente, por 0,85 para obter-se a oferta destinada ao grupo restrito. Desta forma, por exemplo, se o consumo médio dos animais *ad libitum* do grupo *ad libitum* fosse 100 g/UTM, a oferta individual dos animais restritos do mesmo grupo seria 85 g/UTM e dos animais *ad libitum* seria 115 g/UTM. Água e mistura mineral estiveram disponíveis à vontade. O valor médio final da restrição foi de 30%. O controle do ganho de peso dos animais foi realizado durante a semana, pois a dieta experimental foi elaborada e fornecida para proporcionar um ganho de peso leve para os animais do grupo restrito tentando-se estabelecer uma condição de retenção de energia igual a zero. A dieta também foi fornecida para o grupo de animais *ad libitum* com ganho de peso a vontade (Os animais desse grupo representavam os animais *ad libitum*). A distribuição dos animais nos respectivos grupos, *ad libitum* e restrito, está descrito na Tabela 3.

Tabela 3. Distribuição dos animais conforme pesos de abate e regimes alimentares

Pesos de abate	Animais referência	Regimes alimentares		Total
		<i>Ad libitum</i>	Restrito	
20 kg	5	6	6	17
30 kg	8	6	6	20
40 kg	8	6	6	20
Total	21	18	18	57

2.2.3. Ensaio de digestibilidade aparente

O ensaio de digestibilidade aparente foi realizado com a finalidade de se obter o consumo de energia metabolizável pelos animais e ocorreu paralelamente ao ensaio de abate comparativo (capítulo 3). No decorrer do período de condução do experimento, anteriormente a passagem dos animais na câmara respirométrica, foi realizado o ensaio de digestibilidade aparente, um período correspondente a cinco dias de coleta, onde amostras dos alimentos oferecidos e das sobras foram recolhidas diariamente, pesadas e guardadas em sacos plásticos. Posteriormente foi preparada uma amostra composta por animal para os cinco dias de coleta. A coleta de fezes também foi realizada diariamente. A produção total das 24 horas foi recolhida dos coletores fecais (caixas plásticas de polietileno) e teve o peso registrado, sendo feita a coleta de uma alíquota referente a 10% deste peso, a qual foi embalada em sacos plásticos individuais e guardada em câmara frigorífica (temperatura média de -18°C). Ao final do experimento, as amostras de alimentos, sobras e fezes foram descongelados à temperatura ambiente, por cerca de 14 horas, homogeneizadas e preparando-se uma amostra composta por animal. Em seguida, foram acondicionadas em bandejas de alumínio e levadas à estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, moída em moinho Tomas Myller com peneira com diâmetro de 1 mm e acondicionada em recipientes plásticos para futuras análises laboratoriais. Nos baldes coletores de urina foram adicionados 100 ml de ácido clorídrico (HCl 2N) na véspera de cada coleta, evitando-se assim possíveis processos fermentativos e perdas por volatilização da amônia. O volume total de urina foi medido usando uma proveta e em seguida pesado, retirando-se para cada animal uma alíquota de 10%. A urina foi acondicionada em frascos plásticos de polietileno e imediatamente congelada, compondo uma amostra composta por animal para os cinco dias de coleta.

2.2.4. Ensaio respirométrico

Antecedendo o abate dos animais e posteriormente o ensaio de digestibilidade aparente as fêmeas da raça Santa Inês do presente trabalho foram submetidas ao ensaio de produção de calor em câmaras respirométricas de acrílico transparente com desumidificadores de ar, fluxômetros de massa, cilindros com gases padrões e analisadores de O_2 , CO_2 e CH_4 . Utilizaram-se câmaras respirométricas de circuito aberto com dimensões externas de 1,2 m (largura) x 2,0 m (altura) x 2,1 m (comprimento). O período experimental correspondeu à passagem de todos os animais na câmara alimentados e em jejum (janeiro, fevereiro e março e

abril). A sequência de passagem na câmara obedecia à faixa de peso de abate respectivo de cada grupo (20 kg, 30 kg e 40 kg). A passagem dos animais em jejum com 20 kg foi impossibilitada por problemas técnicos na câmara respirométrica sendo utilizados os dados dos animais do grupo referência que tinham condições experimentais próximos aos do grupo experimental. As pesagens foram realizadas semanalmente para o acompanhamento do peso vivo e ganho de peso animal. Antes da passagem de cada animal na câmara efetuavam-se as pesagens necessárias para obtenção do peso metabólico usado para o cálculo de exigências de energia líquida. No período em que os animais estavam na câmara respirométrica, a temperatura e a umidade foram anotadas nos momentos estabelecidos. No interior da câmara, a temperatura foi controlada com o uso de condicionador de ar biopolar (frio ou quente). A temperatura foi previamente controlada por meio de termostato sendo de 22°C. Esses cuidados foram necessários para evitar que os animais saíssem da zona de conforto térmico, o que poderia alterar sua produção de calor.

No primeiro momento, pela manhã, procedeu-se a pesagem do animal selecionado para a respirometria. No aparato respirométrico foi adicionando uma gaiola de metabolismo, dotadas de comedouros, bebedouros, saleiros plásticos e dispositivos apropriados para coleta de urina e fezes, onde os animais permaneciam durante todo o período de avaliação. Em seguida realizava-se a calibração dos analisadores dos gases e ajuste do fluxo de ar fechando-se a câmara e iniciando a leitura dos gases. A ração foi fornecida antes do fechamento da câmara para evitar a perda dos gases produzidos após a ingestão alimentar. Ressalta-se que a ração continha os mesmos ingredientes alimentares e foi fornecida na mesma quantidade que o animal anteriormente consumia. As mensurações ocorriam a cada dez minutos por um período de 20 a 24 horas para os animais alimentados e 12 horas para os animais em jejum alimentar realizando-se a extrapolação para as 24 horas. No dia seguinte encerrava-se a leitura dos gases e retirava-se o animal da câmara para realizar-se nova mensuração. As sobras de alimentos fornecidos foram coletadas e pesadas para quantificação do consumo durante as mensurações diárias na câmara. A partir da análise dos dados do ensaio de digestibilidade e extrapolados para a respirometria, calculou-se a ingestão de matéria seca pelos animais durante o ensaio na câmara respirométrica. Esse valor de consumo foi necessário para o ajuste do incremento calórico e partição energética dos nutrientes. A mensuração da quantidade de urina produzida pelos animais foi realizada até o término da leitura dos gases. Na parte inferior da gaiola de metabolismo colocou-se um balde com separador de fezes e urina, contendo 100 mL de ácido clorídrico (HCl 2N). Após o término de todo o processo, o volume de urina foi medido e retirava-se alíquota de 10% para posterior análise laboratorial. As

cordeiras também foram avaliados em jejum alimentar. Nessa condição, elas foram submetidas a jejum de sólidos por 48 horas, pesados e colocados na câmara respirométrica com as mensurações ocorrendo por um período de 12 horas devido ao número de animais e limitação de câmaras em alguns momentos, totalizando 60 horas de jejum. Foram adicionadas na sala de calorimetria gaiolas metabólicas, contendo outra fêmea, para acondicionamento de animais com a finalidade de reduzir-lhes o estresse. Nas gaiolas foram colocados aqueles animais que teriam as mensurações realizadas no dia seguinte, o que de certa forma contribuía para essa diminuição do estresse quando fosse sua vez de ficar na câmara.

Na câmara foram mensurados os gases produzidos e consumidos, além das perdas de nitrogênio excretado como condição para o cálculo da produção de calor dos animais conforme proposta por Brouwer (1965) por meio da mensuração dos gases pelos animais. Para isso, o ensaio consistiu de duas etapas de avaliação: A avaliação da produção de calor (PC) dos animais alimentados e dos animais em jejum alimentar. A diferença entre essas correspondeu ao incremento calórico da dieta. A metodologia na câmara seguiu as recomendações propostas por (Silva, 2011).

2.2.5. Análises laboratoriais e fracionamento energético

As análises laboratoriais foram realizadas nas dependências do Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG. As amostras de alimentos, sobras, fezes coletadas foram submetidas às determinações da matéria seca, matéria mineral e fibra em detergente neutro seguindo a metodologia proposta por Silva e Queiroz (2002). O fracionamento energético foi determinado em calorímetro adiabático tipo PARR 1281 pertencente ao Laboratório de Nutrição Animal da UFMG. No caso da urina, um volume de 10 mL de urina previamente desidratada em recipientes plásticos (copos plásticos) usando a estufa ventilada (55°C) permitindo sua combustão na bomba calorimétrica, e feita então à queima do recipiente plástico vazio para referenciar a produção de calor da mesma individualmente, servindo de branco.

Utilizando-se a técnica direta de determinação de energia com bomba calorimétrica, calcularam-se os valores da energia bruta, energia digestível e da energia metabolizável. Para tanto, mediu-se a energia bruta contida nas fezes, no alimento oferecido, nas sobras do alimento e na urina. A energia digestível foi calculada como a energia bruta ingerida menos energia bruta excretada nas fezes. A energia metabolizável foi calculada como a energia digestível menos a energia bruta da urina somada a energia dos gases e comparada a relação

ED:EM = 82%. A energia perdida na forma de metano foi mensurada a partir da equação proposta por Blaxter e Clapperton (1965) e pela quantificação realizada a partir das mensurações de gases produzidos pelos animais que passaram na câmara respirométrica alimentados. O valor de 9,45 kcal foi atribuído para cada litro de metano produzido (Brouwer, 1965). A energia líquida da dieta foi obtida a partir da quantificação do incremento calórico. Por sua vez, o incremento calórico da dieta foi obtido pelas mensurações de produção de calor dos animais alimentados e em jejum que passaram pela câmara respirométrica. A mensuração da produção de calor ocorreu pela passagem dos animais alimentados na câmara respirométrica, permanecendo por um período de 24 horas, sendo ao longo desse tempo, quantificada a produção de gases diária e conseqüentemente calculada a produção de calor pelo animal. Da mesma forma, realizaram-se as mensurações da produção de gases e produção de calor pelos animais sob jejum alimentar de 48 horas, permanecendo na câmara durante 24 horas.

Foram quantificados o volume de produção de gases produzido, em particular, o oxigênio consumido, gás carbônico e metano produzido (litros), além da quantificação do nitrogênio urinário (gramas/dia). A quantificação do nitrogênio urinário foi realizada pelo método de Kjeldahl seguindo metodologia proposta por Silva e Queiroz (2002). A coleta de urina excretada pelos animais foi realizada durante a passagem do animal pela câmara respirométrica. O volume total de urina foi medido usando uma proveta e em seguida pesado, retirando-se para cada animal uma alíquota de 10%. A urina foi acondicionada em frascos plásticos de polietileno, imediatamente congelada e em seguida analisada. A produção de calor dos animais foi realizada conforme a equação de Brouwer (1965): $PC = (3,866 \times O_2) + (1,200 \times CO_2) - (0,518 \times CH_4) - (1,431 \times Nu)$, onde: PC é a produção de calor, O_2 = Oxigênio consumido; CO_2 = Dióxido de carbono produzido; CH_4 = Metano produzido e Nu = nitrogênio urinário em gramas. Os valores de produção de calor obtidos pelos animais correspondem as exigências de energia para manutenção. Foram calculadas a metabolizabilidade (q) da dieta a partir da relação do consumo de energia metabolizável e a energia bruta e a eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção correspondeu à relação entre a energia líquida e a energia metabolizável.

2.2.6. Delineamento experimental e análises estatísticas

Para o estudo de calorimetria animal, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3 x 2, três pesos de abate (20 kg, 30 kg e 40 kg) e

dois regimes nutricionais (*ad libitum* e restrito), perfazendo seis tratamentos experimentais com seis repetições por tratamento. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homocedasticidade e as análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software* R e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para o balanço energético, incremento calórico, produção de oxigênio e metano pelos animais alimentados e produção de metano, em g/kg de MS e MO ingerida e digestível, e em g/kg de FDN e HCEL ingerida e FDA digestível, foi feita a transformação dos dados para arco seno (ARSEN (RAIZ (VAR/100))). O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijk} = \mu + M_j + P_k + MP_{jk} + e_{ijk}$$

em que,

Y_{ijk} = valor referente à observação da repetição i , do tratamento j e das dietas experimentais k ;

μ = média geral;

M_j = efeito do manejo nutricional j ($j = ad libitum$ e restrito);

P_k = efeito do peso de abate k ($k = 20$ kg, 30 kg e 40 kg);

MP_{jk} = interação do manejo nutricional j versus peso de abate k ;

e_{ijk} = erro aleatório associado à observação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação para as frações energéticas em função dos pesos de abate e regimes alimentares ($P>0,05$) (Tabela 4).

Tabela 4. Fracionamento energético de cordeiras Santa Inês em crescimento abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos

Nutrientes	Pesos de abate			Regime		CV ^δ (%)
	20 kg	30 kg	40 kg	<i>Ad libitum</i>	Restrito	
Ingestão de EB						
kcal/dia	3461,13 ^b	3469,10 ^b	4048,80 ^a	4376,13 ^a	2943,22 ^b	9,66
kcal/UTM	386,49 ^a	284,07 ^b	273,61 ^b	365,45 ^a	263,99 ^b	7,25
Energia Bruta Fecal						
kcal/dia	1005,62 ^a	886,15 ^a	924,42 ^a	1098,81 ^a	778,65 ^b	14,71
kcal/UTM	112,26 ^a	72,44 ^b	62,66 ^b	93,95 ^a	70,95 ^b	12,51
% do consumo de EB	29,14 ^a	25,35 ^b	23,22 ^b	25,34 ^a	26,47 ^a	9,92
Ingestão de ED						
kcal/UTM	274,23 ^a	211,63 ^b	210,94 ^b	271,50 ^a	193,04 ^b	8,08
% do consumo de EB	70,86 ^b	74,65 ^a	76,78 ^a	74,66 ^a	73,53 ^a	3,47
Energia urinária						
kcal/dia	92,95 ^b	113,35 ^b	166,01 ^a	120,39 ^a	127,81 ^a	20,94
kcal/UTM	10,45 ^a	9,34 ^a	11,33 ^a	9,80 ^a	10,94 ^a	20,91
Energia Bruta do Metano*						
kcal/dia*	162,32 ^a	135,15 ^a	176,90 ^a	174,00 ^a	142,24 ^b	28,58
kcal/UTM	18,16 ^a	11,14 ^b	11,99 ^b	14,44 ^a	13,08 ^a	27,75
% do consumo de EB*	4,80 ^a	3,98 ^a	4,46 ^a	3,94 ^b	4,89 ^a	26,37
Energia Bruta do Metano**						
kcal/UTM**	4,55 ^a	3,85 ^b	4,06 ^{ab}	4,91 ^a	3,40 ^b	12,39
% do consumo de EB**	1,17 ^b	1,36 ^a	1,47 ^a	1,37 ^a	1,31 ^a	9,62
Ingestão de EM						
kcal/UTM ¹	245,63 ^a	191,16 ^b	187,63 ^b	247,26 ^a	169,02 ^b	9,06
kcal/UTM ²	259,24 ^a	198,45 ^b	195,56 ^b	256,79 ^a	178,71 ^b	8,54
kcal/UTM ³	224,87 ^a	173,54 ^b	172,98 ^b	222,63 ^a	158,29 ^b	8,08
q ¹ (%)	0,63 ^b	0,67 ^a	0,68 ^a	0,68 ^a	0,64 ^b	4,41
q ² (%)	0,67 ^b	0,70 ^a	0,71 ^a	0,71 ^a	0,68 ^b	3,63
q ³ (%)	0,58 ^b	0,61 ^a	0,63 ^a	0,61 ^a	0,60 ^b	3,47
EM:ED	0,89 ^a	0,90 ^a	0,89 ^a	0,91 ^a	0,88 ^b	2,33
EM:ED	0,95 ^a	0,94 ^{ab}	0,93 ^b	0,95 ^a	0,93 ^b	1,20
EM:ED	0,82 ^a	0,82 ^a	0,82 ^a	0,82 ^a	0,82 ^a	0,00
Incremento calórico						
kcal/MS ingerida	477,44 ^c	641,56 ^b	799,49 ^a	769,47 ^a	509,52 ^b	42,92
kcal/UTM	54,57 ^a	52,67 ^a	53,83 ^a	62,98 ^a	44,39 ^b	41,28
% do consumo de EB	14,05 ^a	18,45 ^a	18,82 ^a	17,48 ^a	17,24 ^a	40,10
Ingestão de EL						
kcal/dia	1722,81 ^a	1693,93 ^a	1981,99 ^a	2213,46 ^a	1385,70 ^b	16,81
kcal/UTM	191,06 ^a	138,57 ^b	133,80 ^b	184,28 ^a	124,68 ^b	13,65
% do consumo de EB	49,23 ^a	48,80 ^a	48,38 ^a	50,51 ^a	47,10 ^a	13,27
Balanco de energia						
kcal/dia	721,49 ^a	422,29 ^b	836,87 ^a	950,83 ^a	369,60 ^b	35,12

kcal/UTM	79,27 ^a	34,22 ^b	56,02 ^a	79,02 ^a	34,01 ^b	35,51
% do consumo de EB	19,82 ^a	11,42 ^b	19,44 ^a	21,33 ^a	12,46 ^b	32,79

Médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem entre si para o mesmo fator pelo teste Tukey ($\alpha=0,05$). ^aCoefficiente de variação. EB = Energia bruta; ED = Energia digestível; EM¹ = Energia Metabolizável pela respirometria; EM² = Energia Metabolizável pela equação de Blaxter e Clapperton (1965); EM³ = Energia Metabolizável pela relação EM/ED = 82%; IC = Incremento calórico; EL = Energia líquida; UTM = unidade de tamanho metabólico; q = Metabolizabilidade da dieta; *Metano obtido pela respirometria; **Metano obtido pela equação de Blaxter e Clapperton 1965.

A restrição nutricional afetou negativamente o fracionamento energético de nutrientes pelos animais ($P<0,05$) (Tabela 4). Tal fato é decorrente da limitação na oferta de alimento imposta para os animais em restrição nutricional. Essa resposta já era esperada nesse ensaio, principalmente, pela restrição alimentar quantitativa aplicada aos animais inseridos para o manejo supracitado (15% acima nas cordeiras alimentadas *ad libitum* alcançando 30% abaixo naquelas sob alimentação restrita). A ingestão de EB, em kcal/dia, foi 32,74% inferior para os animais em restrição alimentar, o que sinalizou reduções na ordem de 37,40% e 61,13% para a ingestão de EL e BE, respectivamente, influenciando também o aproveitamento da energia ou metabolizabilidade da dieta, representado pela relação EM:EB, na ordem de 5,88%, 4,23% e 1,64%, respectivamente. Quando avaliados proporcionalmente ao tamanho metabólico dos animais, as reduções foram na ordem de 27,77%, 28,90%, 31,64%, 30,41%, 28,90%, 29,52%, 32,34% e 56,96% para as ingestões de EB, ED, EM¹, EM², EM³, IC, EL e BE, respectivamente. A restrição nutricional afetou negativamente as perdas energéticas de nutrientes na forma de fezes, em kcal/dia e em kcal/UTM, pelos animais ($P<0,05$) contribuindo para a menor ingestão de ED pelos animais nesse regime alimentar. A energia na urina, em kcal/dia e kcal/UTM, não diferiu entre os regimes alimentares ($P>0,05$) (Tabela 4). A restrição nutricional afetou negativamente a perda de energia na forma de metano, em kcal/dia, pela técnica calorimétrica e a perda de energia na forma de metano, em kcal/UTM, pela equação de Blaxter e Clapperton (1965) ($P<0,05$) (Tabela 4), coadunando com ingestão de matéria seca e de energia, todavia, quando expresso em proporção da EB consumida, maior perda de energia na forma de metano ocorreu para os animais em restrição nutricional mensurados pela respirometria, visto que essa diluição dos dados foi padronizada em razão da ingestão de EB (Tabela 4). A maior digestibilidade da FDA para os animais em restrição nutricional em relação aos animais recebendo alimentação *ad libitum*, 63,32% vs 56,69%, respectivamente (Tabela 11 do Capítulo 2) pode ter contribuído para alterações no padrão de fermentação ruminal proporcionando maior produção de metano em porcentagem da EB consumida para os animais nesse regime alimentar. Observou-se que a limitação na oferta de alimento imposta para os animais em restrição nutricional proporcionou perdas para a energia na forma de fezes e de metano obtido pela respirometria, de 29,14% e 18,25%

respectivamente, enquanto a perda de energia nas fezes, proporcional ao tamanho metabólico dos animais, foi de 24,48%. A menor perda de energia na forma de metano pela equação de Blaxter e Clapperton (1965) refletiu em maior relação ED:EM, além de superestimar a ingestão de EM quando comparado a técnica calorimétrica. A ingestão de EM está apresentada na Tabela 5. A relação ED:EM foi afetada pela restrição nutricional ($P < 0,05$) (Tabela 4) ficando em concordância com valores recomendados na literatura para animais em crescimento, como sendo de 0,82 a 0,93, proposto por Vermorel e Bickel (1980).

Houve efeito dos pesos de abate sobre a ingestão das frações energéticas ($P < 0,05$) (Tabela 4). A ingestão de EB, em kcal/dia, foi maior para os animais abatidos aos 40 kg em relação aos demais grupos ($P < 0,05$). A maior ingestão de energia bruta, em kcal/dia, pode ter sido reflexo da maior ingestão de MS pelos animais, possivelmente, pela capacidade do trato digestivo dos animais mais pesados, o que proporcionou maior ingestão pelos animais abatidos aos 40 kg em relação aos demais grupos. Ressalta-se que nem toda energia bruta consumida será aproveitada pelo animal, sendo necessária a quantificação das perdas energéticas pelos processos fisiológicos do animal. A fração de energia digestível é reflexo das perdas de energia nas fezes. Nessa pesquisa, a energia digestível contida nas fezes, em kcal/dia, não diferiu entre os pesos de abate ($P > 0,05$) (Tabela 4), todavia, houve maiores valores de energia nas fezes, em kcal/UTM e em proporção da EB consumida pelos animais com 20 kg em relação aos demais grupos ($P < 0,05$) (Tabela 4). Ressalta-se que a maior perda energética fecal pelas cordeiras mais leves foi consequência da menor digestibilidade da matéria orgânica da ração. Os animais com 20 kg mantidos no regime nutricional restrito apresentaram coeficientes de digestibilidade da MO de 70,14 % vs 75,51 % e 74,28 % para animais com 30 e 40 kg, respectivamente, ao passo que os animais com 20 e 30 kg submetidos ao regime nutricional *ad libitum* apresentaram coeficientes de digestibilidade da MO de 72,30 % e 73,41 % vs 78,53 % para animais com 40 kg (Tabela 10 do Capítulo 2). Vale salientar que as perdas de energia nas fezes correspondem a faixas entre 5 e 70 % da EB contida nos alimentos, sendo em média de 30%, e pode oscilar em função de vários fatores, tendo a qualidade do alimento como o fator de maior impacto. Alimentos de volumosos de baixa qualidade nutricional podem incrementar as perdas de energia nas fezes, ao passo que, o fornecimento de dietas que contenham a participação de quantidades elevadas de alimentos concentrados processados, a proporção de energia fecal em relação à energia bruta pode corresponder a menos de 20% (CSIRO, 2007). Na atual pesquisa, as perdas de energia nas fezes foram em média 22,29% da EB consumida, e, portanto, próximos aos valores médios estabelecidos. Pode-se atribuir esse comportamento ao fato da qualidade nutricional do

volumoso fornecido aos animais do ensaio, representado pelos baixos teores de FDN e FDA (62,18 e 31,04%, respectivamente) e teores de proteína bruta adequados, como também pela participação de concentrado na dieta, proporcionando uma relação volumoso:concentrado de 44:55.

A quantificação das perdas na forma de urina e metano é necessária para determinar a ingestão de EM. As maiores perdas de energia urinária, em kcal/dia, foram para os animais abatidos aos 40 kg em relação aos demais ($P < 0,05$) (Tabela 4), afetando o consumo de EM, em kcal/dia, pelos grupos experimentais (Tabela 5). Não foram observadas diferenças para a perda de energia na urina, em kcal/UTM, considerando os diferentes pesos de abate ($P > 0,05$) (Tabela 4). A perda de energia na urina é dependente da excreção de nitrogênio na forma de ureia, que corresponde normalmente de 80 a 90% da excreção total de nitrogênio na urina (Birkett e Lange, 2001). A ausência de informações quanto ao balanço de nitrogênio nessa pesquisa impossibilita uma abordagem nutricional sobre ingestão de nitrogênio pelos animais do ensaio. Não houve diferenças para a perda de energia na forma de metano obtido pela respirometria, em kcal/dia e em % da EB consumida nos diferentes pesos de abate ($P > 0,05$) (Tabela 4), todavia, evidenciou-se maior perda de energia na forma de metano, em kcal/UTM, pelos os animais com 20 kg em relação aos demais grupos ($P < 0,05$) (Tabela 4). A perda de energia como metano obtido pela equação de Blaxter e Clapperton (1965), em kcal/UTM, foi maior para os animais com 20 kg em relação aos animais com 30 kg sendo ambos semelhantes aos de 40 kg ($P < 0,05$), todavia, quando expresso em % da EB consumida, a energia perdida na forma de metano foi menor para os animais com 20 kg em relação aos demais ($P < 0,05$) (Tabela 4). A literatura relata valores de perdas de energia na forma de metano como sendo de 6 a 18% (Pedreira e Primavesi, 2006) e 2 a 12 % (Johnson e Johnson, 1995) e está relacionada ao tipo de animal e consumo e digestibilidade dos nutrientes. Os resultados aqui evidenciados demonstram perda energética como metano real e pela equação de Blaxter e Clapperton (1965) de 4,41% e 1,33% respectivamente, e, portanto, inferiores aos relatados na literatura. Ressalta-se ainda que de acordo com Resende et al. (2006), quando o animal tem ingestão próximo ao nível de manutenção, a perda de energia do alimento é 8%, e quando ocorre aumento do nível de ingestão, a perda de energia reduz para 6%.

Evidenciou-se maior ingestão de EM, em kcal/UTM, para os animais com 20 kg em relação aos demais ($P < 0,05$) (Tabela 4). A maior taxa metabólica dos animais e metabolismo mais acelerado dos animais na fase inicial de crescimento pode justificar a maior necessidade de ingestão de nutrientes pelos animais mais jovens, sinalizando uma maior demanda de nutrientes para o atendimento dos requisitos nutricionais. Avaliações com animais em

diferentes faixas de peso torna melhor a discussão da ingestão das frações energéticas em base de tamanho metabólico pode se tratar de uma medida importante para a comparação de animais de diferentes tamanhos (Van Soest, 1994). O aproveitamento da energia ingerida ou metabolizabilidade da dieta (q), obtido a partir relação entre EM e EB consumida, foi menor para os animais com 20 kg em relação aos demais grupos ($P < 0,05$) (Tabela 4), possivelmente em função das maiores perdas de energia nas fezes e na forma de gases pelos animais mais jovens.

A relação entre ED:EM foi semelhante entre os pesos de abate quando a ingestão de EM foi obtida pela respirometria ($P < 0,05$) (Tabela 4). Houve diferenças na relação ED:EM quando a ingestão de EM foi calculada mensurando a produção de metano pela equação de Blaxter e Clapperton (1965) ($P < 0,05$). A relação ED:EM foi maior para os animais com 20 kg em relação aos animais com 40 kg sendo ambos semelhantes aos de 30 kg ($P < 0,05$) (Tabela 4). Na presente pesquisa, os valores médios para a relação entre EM:ED foram de 0,89 e 0,94, respectivamente. O ARC (1980) e NRC (2007), por exemplo, utilizam para a transformação da ED em EM a constante de 82%, todavia, o uso de um valor fixo pode não ser adequado, pois as perdas energéticas que ocorrem nas fezes, urina e gases pode variar em função da espécie animal (Huston et al., 1986), composição da dieta e nível de consumo (Blaxter e Clapperton, 1965), podendo assim, superestimar a eficiência de uso da energia metabolizável (Vermorel e Bickel, 1980). Ressalta-se que as perdas de energia como metano e urina pro animais em crescimento são baixos, justificando as maior relação ED:EM obtida, corroborando com os valores recomendados para animais em crescimento (0,82 a 0,93) em relação a aniamis adultos (0,81) proposto por Vermorel e Bickel (1980). Pode-se observar ainda na atual pesquisa, que a aplicação da equação proposta por Blaxter e Clapperton (1965) resultou em menor produção de metano quando comparado a técnica respirométrica, e conseqüentemente promoveu relação ED:EM. A elaboração da equação proposta pelos autores se deu a partir de uso de gramíneas temperadas, que possuem baixo teor de FDN, e, segundo Primavesi et al. (2004), a produção de metano é inferior por animais consumindo gramíneas temperadas em relação as tropicais, podendo assim, a equação de Blaxter e Clapperton (1965) subestimar a perda energética como metano e superestimar a ingestão de energia metabolizável por animais ingerindo forragens tropicais.

O incremento calórico, em kcal/dia, foi maior para os animais abatidos aos 40 kg seguidos pelos animais com 30 kg e pelos animais com 20 kg ($P < 0,05$) (Tabela 4). A maior perda de calor pelo incremento calórico, de 40,28% para os animais com 40 kg em relação aos de 20 kg, pode ser reflexo da maior ingestão de energia pelos animais com maior peso. O

valor médio obtido foi de 17,11%, inferior aos citados por Van Soest (1994) para animais em ganho como sendo de 45%. Não houve diferenças para o IC, em kcal/UTM e em % da EB consumida, considerando os pesos de abate ($P>0,05$) (Tabela 4). A diferença entre a ingestão de EM e o IC, obtém-se a ingestão de EL. Não houve diferenças para a ingestão EL, em kcal/dia e em % da EB consumida, considerando os pesos de abate ($P>0,05$) (Tabela 4). A ingestão de EL, em kcal/UTM, foi maior para os animais com 20 kg em relação aos demais pesos ($P<0,05$) (Tabela 4), e justifica-se pelo metabolismo animal mais acelerado dos animais na fase inicial de crescimento, sinalizando assim, uma maior demanda de energia para o atendimento de suas necessidades nutricionais. Os animais mais leves apresentaram maior proporção da massa de órgãos internos em relação aos animais com 30 e 40 kg, reforçando a maior necessidade de energia líquida para as funções metabólicas exercidas por esses órgãos e o corpo inteiro. O balanço de energia, em kcal/dia, kcal/UTM e em % da EB consumida, foi maior para os animais com 20 kg e 40 kg em relação aos animais com 30 kg ($P<0,05$) (Tabela 4).

Houve interação para a ingestão de ED e ingestão de EM, em kcal/dia, quantificada por diferentes técnicas (respirometria, equação de Blaxter e Claperton (1965) e pela transformação de ED em EM como sendo de 82%), considerando os pesos de abate e regimes alimentares ($P<0,05$) (Tabela 5). Analisando-se os regimes alimentares isoladamente, a maior ingestão de ED e EM ocorreu para os animais com 40 kg em relação aos demais grupos em condições de alimentação *ad libitum* ($P<0,05$), ao passo que, sob condição de restrição nutricional, a ingestão de ED e EM somente diferiu para a relação ED:EM = 82% ($P<0,05$), sendo os menores valores obtidos para os animais com 20 kg em relação aos animais com 40 kg sendo ambos semelhantes aos animais com 30 kg ($P<0,05$) (Tabela 5). Não houve diferenças para a ingestão de EM pelos animais em restrição nutricional obtida pela respirometria e pela equação de Blaxter e Clapperton (1965) ($P>0,05$) (Tabela 5). Analisando-se os pesos de abate, menores ingestões de ED e EM foram obtidos para os animais em restrição nutricional nas diferentes faixas de peso ($P<0,05$) (Tabela 5).

Houve interação para a ingestão das frações energéticas, em porcentagem do peso vivo, considerando os pesos de abate e regimes alimentares ($P<0,05$) (Tabela 6). Analisando-se os regimes alimentares conjuntamente, os maiores consumos de EB, ED, EM¹, EM² e EM³, em % PV, ocorreram para os animais com 40 kg seguidos pelos animais com 30 kg e pelos animais com 20 kg em condições de alimentação *ad libitum* e em restrição nutricional ($P<0,05$) (Tabela 6). O CEL, em % do PV, foi maior pelos animais com 40 kg seguidos pelos animais com 30 kg e pelos animais com 20 kg em condições de alimentação *ad libitum*

($P < 0,05$), ao passo que, a restrição nutricional proporcionou menor CEL para os animais com 20 kg em relação aos demais grupos ($P < 0,05$). O BE foi maior para os animais com 40 kg em relação aos demais grupos em condições de alimentação *ad libitum* ($P < 0,05$). Não houve diferenças para a BE para animais em restrição nutricional ($P > 0,05$). Analisando-se os pesos de abate, menores ingestões das frações energéticas, em % do PV, foram obtidas para os animais em restrição nutricional nas diferentes faixas de peso ($P < 0,05$) (Tabela 6).

Tabela 5. Ingestão de energia digestível (IED) e energia metabolizável (IEM), em kcal/dia, por ovinos abatidos em diferentes pesos e submetidos a regimes alimentares distintos

Pesos de abate	Ingestão de ED		Ingestão de EM ¹		Ingestão de EM ²		Ingestão de EM ³	
	Regimes alimentares		Regimes alimentares		Regimes alimentares		Regimes alimentares	
	<i>Ad libitum</i>	Restrito	<i>Ad libitum</i>	Restrito	<i>Ad libitum</i>	Restrito	<i>Ad libitum</i>	Restrito
20 kg	2942,7 ^{Ba}	1968,2 ^{Bb}	2672,3 ^{Ba}	1728,1 ^{Ab}	2792,7 ^{Ba}	1850,8 ^{Ab}	2413,0 ^{Ba}	1613,9 ^{Bb}
30 kg	3033,2 ^{Ba}	2132,6 ^{ABb}	2784,0 ^{Ba}	1884,8 ^{Ab}	2878,3 ^{Ba}	1966,9 ^{Ab}	2487,2 ^{Ba}	1748,7 ^{ABb}
40 kg	3855,9 ^{Aa}	2392,8 ^{Ab}	3492,3 ^{Aa}	2070,6 ^{Ab}	3619,2 ^{Aa}	2177,0 ^{Ab}	3161,8 ^{Aa}	1962,2 ^{Ab}
CV ^o	9,76		10,51		10,15		9,76	

Médias com letras distintas na mesma linha e coluna diferem entre si para o mesmo fator pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$); ^oCoefficiente de variação; ED = Energia digestível; EM¹ = Energia metabolizável obtido pela técnica respirométrica; EM² = Energia metabolizável obtido pela equação de Blaxter e Clapperton (1965); EM³ = Energia metabolizável por 0,82.

Tabela 6. Ingestão de energia bruta (EB), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM), em porcentagem (%) do peso vivo, por ovinos abatidos em diferentes pesos e submetidos a regimes alimentares distintos

Pesos de abate	Ingestão de EB		Ingestão de ED		Ingestão de EM ¹		Ingestão de EM ²	
	Regimes alimentares		Regimes alimentares		Regimes alimentares		Regimes alimentares	
	<i>Ad libitum</i>	Restrito	<i>Ad libitum</i>	Restrito	<i>Ad libitum</i>	Restrito	<i>Ad libitum</i>	Restrito
20 kg	0,81 ^{Ca}	0,49 ^{Cb}	0,58 ^{Ca}	0,34 ^{Cb}	0,53 ^{Ca}	0,30 ^{Cb}	0,55 ^{Ca}	0,32 ^{Cb}
30 kg	1,17 ^{Ba}	0,78 ^{Bb}	0,87 ^{Ba}	0,59 ^{Bb}	0,80 ^{Ba}	0,52 ^{Bb}	0,82 ^{Ba}	0,54 ^{Bb}
40 kg	1,87 ^{Aa}	1,09 ^{Ab}	1,47 ^{Aa}	0,82 ^{Ab}	1,33 ^{Aa}	0,71 ^{Ab}	1,38 ^{Aa}	0,74 ^{Ab}
CV ^o	15,12		15,04		15,42		15,14	

Pesos de abate	Ingestão de EM ³		Ingestão de EL		Balanço de energia (BE)	
	Regimes alimentares		Regimes alimentares		Regimes alimentares	
	<i>Ad libitum</i>	Restrito	<i>Ad libitum</i>	Restrito	<i>Ad libitum</i>	Restrito
20 kg	0,48 ^{Ca}	0,28 ^{Cb}	0,42 ^{Ca}	0,23 ^{Bb}	0,20 ^{Ba}	0,08 ^{Ab}
30 kg	0,71 ^{Ba}	0,48 ^{Bb}	0,57 ^{Ba}	0,39 ^{Ab}	0,17 ^{Ba}	0,07 ^{Ab}
40 kg	1,20 ^{Aa}	0,67 ^{Ab}	0,97 ^{Aa}	0,48 ^{Ab}	0,47 ^{Aa}	0,15 ^{Ab}
CV ^o	14,99		19,86		35,29	

Médias com letras distintas na mesma linha e coluna diferem entre si para o mesmo fator pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$); ^oCoefficiente de variação; EB = Energia bruta; ED = Energia digestível; EM¹ = Energia metabolizável obtido pela técnica respirométrica; EM² = Energia metabolizável obtido pela equação de Blaxter e Clapperton (1965); EM³ = Energia metabolizável por 0,82; CEL = Energia líquida; BE = Balanço de energia; PV = Peso vivo

A energia é limitante no desempenho dos ruminantes sendo produzida pela oxidação fisiológica e aproveitada pelo animal para manutenção de funções corporais específicas (Lawrence e Fowler, 1997) e nessa pesquisa, a limitação na oferta de alimento imposta para os animais em restrição nutricional impactou negativamente na ingestão de ED e EM, em kcal/dia, como também para as frações energéticas, em % do peso vivo. Ressalta-se que a energia metabolizável corresponde à energia disponível as células e tecidos corporais do animal sendo obtido a partir da perda de energia através da urina e gases de fermentação subtraída da energia digestível aparente (Lawrence e Fowler, 1997). A maior ingestão de ED e EM pelos animais mais pesados pode ser reflexo das alterações na capacidade do trato digestivo dos animais mais pesados, o que proporcionou maiores ingestões pelos animais abatidos aos 40 kg em relação aos demais grupos. As perdas de energia urinária, em kcal/dia, foram menores para os animais com 20 kg e 30 kg de peso em relação aos com 40 kg (Tabela 4) o que possivelmente contribuiu para a alteração na ingestão de EM conforme já discutido anteriormente. Somado a perda urinária, os gases produzidos podem contribuir significativamente para a quantificação da ingestão de EM, e nessa pesquisa, a aplicação de diferentes técnica para a mensuração de metano, influenciou na ingestão de EM pelos animais. A menor produção de metano pelos animais observado pelo uso da equação proposta por Blaxter e Clapperton (1965) proporcionou maior ingestão de EM quando comparado com as mensurações feitas aplicando a técnica respirométrica. Portanto, pode-se destacar, que o uso da equação de Blaxter e Clapperton (1965) na condição experimental realizada subestimou a perda energética como metano e superestimou a ingestão de energia metabolizável pelos animais.

Houve interação para as perdas energéticas na forma de metano obtido pela equação de Blaxter e Clapperton (1965), em kcal/dia, e perda de energia na urina, em porcentagem (%) da EB consumida, considerando-se dos pesos de abate e regimes alimentares ($P < 0,05$) (Tabela 7). Analisando-se os regimes alimentares isoladamente, a maior perda de energia como metano, em kcal/dia, ocorreu para os animais com 40 kg em relação aos demais grupos em condições de alimentação *ad libitum* ($P < 0,05$), ao passo que a restrição nutricional proporcionou maiores perdas de energia como metano para os animais com 40 kg em relação aos animais com 20 kg sendo ambos semelhantes aos animais com 30 kg ($P < 0,05$) (Tabela 7). A perda de energia na urina, em porcentagem da EB consumida, foi menor para os animais com 20 kg em relação aos demais grupos recebendo alimentação restrita ($P < 0,05$). Não houve diferenças para a perda de energia na urina, em porcentagem da energia bruta consumida, pelos animais no regime alimentar *ad libitum* ($P > 0,05$) (Tabela 7).

Tabela 7. Perdas energéticas na forma de metano, em kcal/dia, e perda de energia na urina, em porcentagem (%) da energia bruta consumida (EB), por cordeiras Santa Inês em crescimento abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos

Pesos de abate	Urina (% da EB)		Metano**	
	Regimes alimentares		Regimes alimentares	
	<i>Ad libitum</i>	Restrito	<i>Ad libitum</i>	Restrito
20 kg	2,48 ^{Ab}	3,07 ^{Ba}	49,59 ^{Ba}	31,90 ^{Bb}
30 kg	2,45 ^{Ab}	4,47 ^{Aa}	54,39 ^{Ba}	39,47 ^{ABb}
40 kg	3,27 ^{Ab}	5,40 ^{Aa}	76,47 ^{Aa}	44,06 ^{Ab}
CV ^δ	20,00		12,42	

Médias com letras distintas na mesma linha e coluna diferem entre si para o mesmo fator pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$); ^δCoefficiente de variação; EB = Energia bruta; ** Metano estimado a partir da equação de Blaxter e Clapperton (1965)

A perda de energia urinária como proporção da EB consumida foi de 3,52% e ficou em concordância aos sugeridos por Van Soest (1994) como sendo em torno de 3% a 5%. As perdas de energia na urina são incrementadas pelo aumento do nível de proteína contido na dieta e são menores em animais em crescimento em relação a adultos, (3,3% vs 4,8%), respectivamente (Jentsch et al., 1976). Nessa pesquisa, a condição fisiológica dos animais experimentais pode ter contribuído para a obtenção dos baixos valores, pois se tratava de animais em crescimento. A perda de energia na forma de metano pelos animais mais pesados pode ser reflexo da maior ingestão de matéria seca e energia, no entanto, como discutido anteriormente, a equação proposta por Blaxter e Clapperton (1965) permitiu uma produção de metano inferior aos resultados obtidos pela respirometria. A elaboração da equação proposta pelos autores se deu a partir de uso de gramíneas temperadas (baixo teor de FDN) e, segundo Primavesi et al., (2004), a produção de metano é inferior por animais consumindo gramíneas temperadas em relação as tropicais, podendo assim, a equação de Blaxter e Clapperton (1965) subestimar a perda energética como metano e superestimar a ingestão de energia metabolizável por animais consumindo forragens tropicais.

Não houve interação para produção de metano por cordeiras Santa Inês em crescimento ($P>0,05$) (Tabela 8).

Tabela 8. Produção diária de metano, em litros por dia, em relação a ingestão de matéria seca (g/kg de MS ingerida) e matéria orgânica (g/kg de MO ingerida), ingestão de matéria seca e matéria orgânica digestíveis (g/kg de MS e MO digestíveis) e ingestão de frações fibrosas (g/kg de FDN, FDA e HCEL ingerida e digestível)

Nutrientes	Pesos de abate			Regime		CV ^δ (%)
	20 kg	30 kg	40 kg	<i>Ad libitum</i>	Restrito	
CH ₄ (g/kg de MS ingerida)	20,18 ^a	17,31 ^a	19,25 ^a	16,74 ^b	21,09 ^a	13,32
CH ₄ (g/kg de MS digestível)	29,37 ^a	23,69 ^a	26,58 ^a	22,84 ^b	30,26 ^a	12,80
CH ₄ (g/kg de MO ingerida)	24,75 ^a	21,26 ^a	23,56 ^a	20,50 ^b	25,87 ^a	13,20
CH ₄ (g/kg de MO digestível)	34,83 ^a	28,47 ^a	31,00 ^a	27,46 ^b	35,41 ^a	12,85
CH ₄ (g/kg de FDN ingerida)	54,67 ^a	43,11 ^a	49,93 ^a	47,53 ^a	50,94 ^a	12,79
CH ₄ (g/kg de FDN digestível)	99,05 ^a	66,26 ^b	72,37 ^b	79,17 ^a	79,28 ^a	27,06
CH ₄ (g/kg de FDA ingerida)	145,71 ^a	110,41 ^a	127,33 ^a	127,16 ^a	128,48 ^a	27,50
CH ₄ (g/kg de FDA digestível)	311,68 ^a	181,10 ^b	191,74 ^b	250,57 ^a	205,73 ^a	13,31
CH ₄ (g/kg de HCEL ingerida)	87,40 ^a	70,77 ^a	82,94 ^a	76,68 ^a	84,06 ^a	12,08
CH ₄ (g/kg de HCEL digestível)	151,32 ^a	104,97 ^b	118,57 ^{ab}	120,34 ^a	129,57 ^a	27,87

Médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem entre si para o mesmo fator pelo teste Tukey ($\alpha=0,05$). ^δCoefficiente de variação. CH₄= Metano; MS = Matéria seca; MO = Matéria orgânica; FDN = Fibra em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido; HCEL = Hemicelulose.

Não houve efeito da restrição nutricional sobre a produção de metano, em g/kg, em função das frações fibrosas ingeridas e digestíveis ($P>0,05$). A restrição nutricional afetou positivamente a produção de metano, em g/kg de MS e MO ingerida e digestível ($P<0,05$). Os animais em restrição nutricional tiveram produção de metano, em g/kg de MS ingerida e digestível, foi 20,63% e 24,52% superiores aos animais em condições de alimentação *ad libitum*, enquanto a produção de metano, em g/kg de MO ingerida e digestível, foi 20,76% e 22,45% superiores em comparação aos animais no regime nutricional *ad libitum*. (Tabela 8). Houve efeito do peso de abate sobre a produção de metano pelas cordeiras Santa Inês ($P<0,05$). Não houve diferenças para a produção de metano, em g/kg de MS e MO ingerida e digestível, e em g/kg de FDN, FDA e HCEL ingeridas ($P>0,05$). A produção de metano, em g/kg de FDN e FDA digestível, foram maiores pelos animais com 20 kg em relação aos abatidos com 30 e 40 kg ($P<0,05$). A produção de metano, em g/kg de HCEL digestível, foi maior pelos animais com 20 kg em relação aos animais com 30 kg sendo ambos semelhantes aos animais com 40 kg ($P<0,05$) (Tabela 8). O metano é um subproduto da digestão de carboidratos pelos microrganismos presentes no trato digestório de herbívoros sendo a maior parte removida do rúmen por expiração ou eructação, refletindo em perda da energia bruta da dieta (Moss, 1993) e variáveis como nível de ingestão de alimentos, taxa de passagem da digesta, quantidade e tipo de carboidratos da dieta influenciam a produção de metano em ruminantes (Moss, 1994; Miller, 1995; McAllister et al., 1996). Nessa pesquisa, o menor consumo pelos animais em restrição nutricional ocasionaram maiores produções de metano,

em g/kg de MS e MO e salienta-se que, em condições de baixa ingestão de nutrientes espera-se um do maior tempo de retenção da digesta no rúmen e redução da taxa de passagem (Galyean e Owens, 1991), e conseqüentemente, maior ação enzimática pelos microorganismos ruminais, o que pode incrementar a produção de metano pelos animais, explicando os resultados obtidos nessa pesquisa. Ressalta-se também, uma maior produção de metano pelos animais mais leves em g/kg de FDN, FDA e HCEL digestíveis. A produção de metano está diretamente relacionada com a ingestão de alimento e modulado pela digestibilidade dos nutrientes (Pelchen e Peters, 1998), e nesse estudo, o comportamento para a produção de metano, pode ser reflexo da maior ingestão de frações fibrosas dietéticas, em g/UTM, pelos animais com 20 kg em relação aos demais pesos de abate influenciado pelo consumo de matéria seca e matéria orgânica. Os animais com 20 kg apresentaram ingestão de FDN de 32,90 % vs 26,23 % e 24,32 % para animais com 30 e 40 kg, respectivamente, ao passo que a ingestão de FDA pelos animais com 20 kg foi 12,45 % vs 10,26 e 9,52 % para animais com 30 kg e 40 kg. Os animais com 20 kg apresentaram ingestão de HCEL de 20,54 % vs 15,98 % e 14,66 % para animais com 30 e 40 kg, respectivamente (Tabela 6 do Capítulo 2).

Não houve interação para as exigências de energia líquida para manutenção e ganho de peso de cordeiras Santa Inês em crescimento pela técnica calorimétrica ($P > 0,05$) (Tabela 9).

Tabela 9. Exigência de energia líquida para manutenção e ganho de peso, em kcal/dia e em kcal/PV^{0,75}, e eficiência de uso da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso de cordeiras Santa Inês em crescimento abatida em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos

Nutrientes	Pesos de abate			Regime		CV ^δ (%)
	20 kg	30 kg	40 kg	<i>Ad libitum</i>	Restrito	
Energia Líquida manutenção						
kcal/dia	1001,32 ^b	1271,64 ^a	1145,12 ^{ab}	1262,62 ^a	1016,09 ^b	19,75
kcal/PV ^{0,75}	111,79 ^a	104,35 ^a	77,78 ^b	105,27 ^a	90,67 ^b	18,88
Energia Líquida ganho						
kcal/dia	721,49 ^a	422,29 ^b	836,87 ^a	950,83 ^a	369,60 ^b	35,12
kcal/PV ^{0,75}	79,27 ^a	34,22 ^c	56,02 ^b	79,00 ^a	34,01 ^b	35,51
Energia Metabolizável manutenção						
kcal/PV ^{0,75}	245,63 ^a	191,16 ^b	187,63 ^b	247,26 ^a	169,02 ^b	9,06

Médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem entre si para o mesmo fator pelo teste Tukey ($\alpha=0,05$). ^δCoefficiente de variação. PV = Peso vivo

O regime alimentar *ad libitum* promoveu maior incremento nas necessidades de energia líquida para manutenção e ganho dos animais em relação aos animais em restrição alimentar ($P < 0,05$). Ressalta-se o aumento das funções produtivas do animal, o que, conforme

descrito por Willians e Jenkins (2003) é comum quando os animais são submetidos a planos alimentares mais elevados, assim como, a ocorrência de alterações nas exigências líquidas de manutenção por alteração na massa de órgãos e vísceras responsivos a ingestão de energia. A elevação da ingestão de energia aumenta a massa dos órgãos em relação à massa corporal total, bem como a atividade metabólica desses órgãos (Burrin et al., 1990). Os resultados nessa pesquisa evidenciam menores frações energéticas ingeridas pelos animais em restrição nutricional, comportamento já esperado, pela limitação da ração fornecida para os animais alocados nesse grupo, refletindo nas necessidades de energia líquida para manutenção e ganho entre os regimes alimentares. Houve efeito do peso de abate para a energia líquida para manutenção e ganho de peso de cordeiras em crescimento ($P < 0,05$) (Tabela 9). A maior energia líquida para manutenção foi obtida para os animais com 20 e 30 kg, 111,79 e 104,35 kcal/PV^{0,75}/dia, respectivamente, em relação aos animais com 40 kg de peso vivo, de 77,78 kcal/PV^{0,75}/dia (Tabela 9). A maior fração de energia consumida, cerca de 70 %, é usada para atender as demandas de manutenção do animal (Ferrell e Jenkins, 1995; Fluharty e McClure, 1997) e o restante para a síntese de produtos, corroborando com a resposta aqui obtida. Animais em fase inicial de crescimento possuem maior proporção corporal de tecido muscular em relação a tecido adiposo, o que pode refletir em mudanças nas necessidades de energia para manutenção dos animais em função do estado fisiológico. No capítulo 4 verificou-se que a relação corporal de proteína:gordura foi de 1,29 nas cordeiras com 20 kg ao abate, de modo que, inverteu-se o depósito desses nutrientes no corpo das fêmeas, passando a uma relação de gordura:proteína de aproximadamente 1,51 aos 30 kg e 2,37 para aquelas abatidas aos 40 kg demonstrando que em pesos mais elevados ocorre modificações fisiológicas de deposição de nutrientes no corpo, em particular, aumento nos conteúdo de gordura em detrimento a proteína corporal com a elevação do peso corporal. Na fase inicial de crescimento a atividade da proteína corporal é mais ativa metabolicamente que o tecido adiposo propiciando as alterações na manutenção animal. Além disso, são contribuidores a elevação do calor produzido pelos processos bioquímicos por meio da atividade Na, K e ATPase em órgãos internos, principalmente no fígado e trato gastrointestinal (Kelly e McBride, 1990). Os resultados de produção de calor obtidos pela calorimetria animal foram superiores aos recomendados na literatura. Ao estudar o efeito da gordura corporal sobre a eficiência energética e produção de calor em jejum em ovinos mestiços adultos distribuídos em diferentes planos de alimentação para obter-se três níveis de gordura corporal aos 90 kg, 70 kg e 55 kg, McNiven (1984) observou que a produção de calor em jejum dos animais foi de 74 kcal/kg^{0,75}/dia, resultados mais aproximados para produção de calor de 77,78 kcal/PV^{0,75}/dia pelos animais de 40 kg da

presente pesquisa. No trabalho realizado por Macedo Junior (2008) avaliando as exigências nutricionais de fêmeas Santa Inês adultas durante a gestação pela calorimetria obteve valor médio de 107,87 kcal/PV^{0,75}/dia e Souza (2013) avaliando as exigências de energia de borregas da raça Santa Inês com 100 e 130 dias de pela calorimetria obteve valor de 106,18 e 105,35 kcal/PV^{0,75}/dia. Os resultados obtidos pelos autores para os animais Santa Inês foram próximos as exigências de energia pelos animais com 20 e 30 kg obtidos nessa pesquisa. O estudo realizado por Chandramoni et al. (2000) com ovinos da raça Muzaffarnagari divididos em três grupos experimentais alimentados por um período de 60 dias com dietas contendo diferentes relações volumoso:concentrado (92:8, 50:50 e 30:70) obtiveram produção de calor em jejum de 54,1 kcal/kg^{0,75}/dia.

Não houve interação para as variáveis estudadas em função do regime nutricional e pesos de abate ($P < 0,05$) (Tabela 10). O regime nutricional afetou negativamente a produção de calor dos animais, em kcal/dia, o consumo de O₂ e a produção de CO₂, em L/dia ($P < 0,05$), todavia, quando as variáveis foram expressas em relação ao peso metabólico, a produção de calor, o consumo de O₂ e a produção de CH₄ não diferiram em função dos regimes alimentares, com exceção da produção de CO₂ em L/UTM não refletindo em alteração no quociente respiratório ($P > 0,05$). O menor resultado obtido para as trocas gasosas pode estar associado a menor intensidade do metabolismo energético pelos animais submetidos a planos nutricionais mais baixos, como os estabelecidos nessa pesquisa, corroborando com os resultados obtidos por Burrin et al. (1989) que ao avaliar o efeito do plano nutricional por cordeiros alimentados com dietas peletizadas constataram que o consumo de oxigênio, em L/dia, pela vísceras drenadas pela veia porta, fígado e tecidos esplênicos nos cordeiros em restrição nutricional decresceram em torno de 37 – 63 % em relação aos animais em regimes alimentares *ad libitum*. Na presente pesquisa evidenciaram-se efeitos do regime alimentar sobre a dinâmica de crescimento dos componentes internos do animal, em particular órgãos do trato gastrointestinal e fígado como resposta a ingestão de energia, o que pode ter contribuído para as observações quanto ao metabolismo oxidativo aqui obtidas. O metabolismo energético visceral sofre importante influência, em condições *in vivo* e *in vitro*, do aumento do consumo de oxigênio pelos tecidos em virtude do aumento do consumo de energia (Huntigton et al., 1989). O quociente respiratório foi similar para os regimes alimentares *ad libitum* e restrito, sendo em média de 0,86, refletindo a oxidação dos substratos energéticos ingeridos na forma de carboidratos, gorduras e proteínas.

Tabela 10. Trocas respiratórias, quociente respiratório e produção de calor de cordeiras Santa Inês em crescimento abatida em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos

Nutrientes	Pesos de abate			Regime		CV ^δ (%)
	20 kg	30 kg	40 kg	<i>Ad libitum</i>	Restrito	
Peso vivo (kg)	20,19 ^c	28,4 ^b	36,9 ^a	30,08 ^a	26,91 ^b	7,16
Peso metabólico (kg)	9,52 ^c	12,29 ^b	14,96 ^a	12,77 ^a	11,75 ^b	5,5
Produção de calor (kcal/dia)	1584,69 ^a	1676,86 ^a	1859,39 ^a	1904,25 ^a	1509,71 ^b	20,73
PC (kcal/UTM/dia)	165,23 ^a	136,21 ^{ab}	122,01 ^b	151,07 ^a	131,23 ^a	22,53
Consumo de O ₂ (L/dia)	327,01 ^a	349,33 ^a	381,22 ^a	392,09 ^a	312,95 ^b	7,33
Produção de CO ₂ (L/dia)	281,63 ^a	281,58 ^a	335,56 ^a	337,70 ^a	261,48 ^b	19,91
Produção de CH ₄ (L/dia)	16,68 ^a	14,30 ^a	18,72 ^a	18,08 ^a	15,05 ^a	13,9
Consumo de O ₂ (L/UTM/dia)	34,34 ^a	28,46 ^{ab}	25,24 ^b	31,36 ^a	27,33 ^a	10,67
Produção de CO ₂ (L/UTM/dia)	29,49 ^a	23,05 ^b	22,24 ^b	26,83 ^a	23,02 ^b	19,60
Produção de CH ₄ (L/UTM/dia)	1,75 ^a	1,17 ^b	1,24 ^b	1,43 ^a	1,34 ^a	15,15
Quociente respiratório	0,92 ^a	0,79 ^a	0,89 ^a	0,87 ^a	0,86 ^a	20,29

Médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem entre si para o mesmo fator pelo teste Tukey ($\alpha=0,05$). ^δCoefficiente de variação. PC = produção de calor; UTM = Unidade tamanho metabólico; L = Litros; O₂ = Oxigênio; CO₂ = Dióxido de carbono; CH₄ = Metano

Houve efeito do peso de abate para a produção de calor e as trocas gasosas expressas em relação ao peso metabólico ($P<0,05$) (Tabela 11). A produção de calor, kcal/UTM/dia, foi menor para os animais com 40 kg em relação aos animais com 20 kg sendo ambos semelhantes aos de 30 kg ($P<0,05$). Esse declínio com o aumento do peso vivo dos animais, possivelmente está relacionado a menor atividade metabólica corporal com o aumento do peso animal. A produção de CO₂ e CH₄ foram maiores para os animais com 20 kg em relação aos com 30 kg e 40 kg ($P<0,05$). O consumo de O₂, em L/UTM, foram maiores para os animais com 20 kg em relação aos animais de 40 kg e ambos semelhantes aos com 30 kg ($P<0,05$). O quociente respiratório foi similar para as faixas de peso em questão, não sendo afetado pelo estado fisiológico de crescimento animal, refletindo a oxidação dos substratos energéticos ingeridos na forma de carboidratos, gorduras e proteínas. As trocas respiratórias são reflexos do metabolismo animal, pois estão associados aos processos de oxidação dos nutrientes pelo organismo resultando em produtos finais como CO₂ e água. Dessa forma, a partir dos dados de O₂ consumido e CO₂ produzido, em L/UTM/dia, evidenciou-se a possibilidade dos animais com 20 kg terem o metabolismo mais acelerado na fase inicial de crescimento em relação a animais com 40 kg, ou seja, mais pesados. O maior consumo de O₂ pelos animais mais leves pode ser reflexo da elevada taxa metabólica visceral. As informações contidas no capítulo 3 (Tabela 6 e 7) desse estudo reforçam essa hipótese, pois nesse estado fisiológico inicial de crescimento, a dinâmica de crescimento da massa dos órgãos internos, especialmente trato gastrointestinal, apresentaram precocidade de

crescimento proporcional ao peso de corpo vazio. As mensurações realizadas, em animais em crescimento por Burrin et al. (1989) confirmaram que os tecidos viscerais usam uma grande proporção do consumo de oxigênio em relação ao animal inteiro correspondendo em ovinos cerca de 40-50% do consumo total de oxigênio total do corpo (Lindsay e Reynolds, 2005).

Não houve interação para as variáveis estudadas em função do regime nutricional e pesos de abate ($P < 0,05$) (Tabela 11). O regime nutricional afetou negativamente a produção de calor em jejum dos animais, em kcal/UTM, e o consumo de O_2 em L/dia e L/UTM. Pode-se atribuir o baixo consumo de O_2 ao baixo metabolismo oxidativo em animais alimentados com baixo plano nutricional, tendo reflexo na produção de calor. Pelos dados do capítulo 3 (Tabela 7 e 8), é possível observar que os animais mantidos em condições de restrição alimentar tiveram menor massa de órgãos viscerais o que pode ter contribuído para redução na atividade metabólica desses componentes, e por sua vez, alterando a intensidade do metabolismo oxidativo descrito anteriormente. O quociente respiratório para animais em jejum alimentar não foi afetado e correspondeu ao valor de 0,73. Esse valor é próximo ao obtido para animais em jejum e corresponde a uma condição fisiológica de estado pós-absortivo dos animais, em que o animal passa a oxidar reservas corporais de gordura mais intensamente para a manutenção do metabolismo.

Tabela 11. Trocas respiratórias, quociente respiratório e produção de calor em jejum de cordeiras Santa Inês em crescimento abatida em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos

Nutrientes	Pesos de abate			Regime		CV ^δ (%)
	20 kg	30 kg	40 kg	<i>Ad libitum</i>	Restrito	
Peso vivo em jejum (kg)	20,21 ^c	26,94 ^b	35,2 ^a	28,89 ^a	26,01 ^b	6,86
Peso Metabólico (kg)	9,51 ^c	11,82 ^b	14,45 ^a	12,40 ^a	11,45 ^b	5,39
Produção de calor (kcal/dia)	1060,53 ^b	1345,81 ^a	1123,06 ^{ab}	1302,1 ^a	1050,83 ^a	22,22
PC (kcal/UTM/dia)	109,61 ^a	109,10 ^a	76,88 ^b	105,02 ^a	92,04 ^b	21,63
Consumo de O_2 (L/dia)	225,87 ^b	287,45 ^{ab}	235,62 ^a	279,26 ^a	220,04 ^b	23,47
Produção de CO_2 (L/dia)	159,85 ^a	197,30 ^a	179,83 ^a	188,81 ^a	169,18 ^a	21,32
Consumo de O_2 (L/UTM/dia)	23,42 ^a	24,28 ^a	16,23 ^b	22,96 ^a	19,65 ^b	22,32
Produção de CO_2 (L/UTM/dia)	16,75 ^a	16,74 ^a	12,43 ^b	15,49 ^a	15,13 ^a	20,89
Quociente respiratório	0,74 ^a	0,69 ^a	0,77 ^a	0,69 ^a	0,79 ^a	18,43

Médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem entre si para o mesmo fator pelo teste Tukey ($\alpha=0,05$). ^δCoefficiente de variação. PC = produção de calor; UTM = Unidade tamanho metabólico; L = Litros; O_2 = Oxigênio; CO_2 = Dióxido de carbono; CH_4 = Metano

Houve efeito do peso de abate para a produção de calor e as trocas gasosas pelos animais em jejum alimentar ($P < 0,05$) (Tabela 11). Evidenciou-se maior produção de calor, em kcal/dia, para os animais com 30 kg em relação aos animais com 20 kg sendo ambos

semelhantes aos animais com 40 kg, todavia, quando expressas em relação ao peso metabólico, a produção de calor foi maior para os animais com 20 kg e 30 kg em relação aos animais de 40 kg ($P < 0,05$). Esses dados de produção de calor em jejum correspondem às necessidades de energia líquida para manutenção discutido anteriormente. O consumo de O_2 , em L/dia, foi inferior para os animais com 20 kg em relação aos de 40 kg sendo ambos semelhantes aos animais com 30 kg ($P < 0,05$). O consumo de O_2 e a produção de CO_2 , em L/UTM, foram inferiores para os animais com 40 kg relação aos de 20 kg e 30 kg ($P < 0,05$) não tendo reflexo sobre o quociente respiratório ($P > 0,05$) (Tabela 11). O quociente respiratório para os animais em jejum alimentar foi similar entre os pesos de abate, sendo em média de 0,73, e reflete a condição fisiológica de estado pós-absortivo dos animais, com a oxidação de lipídios de reserva corporal mais intensa. A produção dos gases pelos animais em jejum foram inferiores em relação aos animais alimentados sinalizando menor atividade metabólica corporal pela ausência na ingestão de alimentos pelos animais. A massa dos órgãos internos estão associadas a captação de oxigênio e participam ativamente do metabolismo energético e oxidativo, sendo importantes componentes das despesas energéticas corporais (Burrin et al., 1990; Ferrell e Koong, 1985). A menor produção de gases pelos animais mais pesados, ou seja, com 40 kg retratam uma desaceleração do metabolismo animal com o aumento do crescimento resultando em menor produção de calor pelos animais. Essa informação é reforçada a partir das informações contidas nos capítulos 2, 3 e 4 dessa pesquisa. Os valores obtidos foram superiores ao consumo de O_2 e CO_2 produzidos, 11,31 e 7,89 L/UTM/dia, do estudo realizado por Chandramoni et al. (2000) com ovinos da raça Muzaffarnagari divididos em três grupos experimentais alimentados com dietas contendo diferentes relações volumoso:concentrado (92:8 - 50:50 - 30:70).

4. CONCLUSÕES

Cordeiras Santa Inês submetidas a restrição de nutrientes durante o crescimento reduzem a ingestão das frações de energia dietéticas.

Os pesos de abate afetam a ingestão de energia por cordeiras Santa Inês em crescimento. Os animais Santa Inês com 20 kg de peso vivo priorizam a ingestão de energia por unidade de tamanho metabólico como necessária para atendimento de suas demandas nutricionais.

O consumo de oxigênio e a produção calor e dióxido de carbono por cordeiras Santa Inês em crescimento reduz quando os animais são submetidos a baixos planos nutricionais.

O aumento do peso de abate reduz a produção de calor e as trocas gasosas por cordeiras Santa Inês em crescimento durante as mensurações na calorimetria indireta.

O consumo de oxigênio e a produção de dióxido de carbono por cordeiras Santa Inês em crescimento durante o jejum alimentar reduz quando os animais são submetidos a baixos planos nutricionais.

Os pesos de abate afetam a produção de gases por cordeiras Santa Inês em crescimento. O aumento do peso de abate dos animais para 40 kg reduz o consumo de oxigênio e a produção de calor em jejum e dióxido de carbono por cordeiras Santa Inês em crescimento durante as mensurações na calorimetria indireta.

As exigências nutricionais de energia líquida para manutenção por fêmeas Santa Inês decrescem com a elevação do peso vivo. As exigências de energia líquida de manutenção para os animais com 20 kg, 30 kg e 40 kg são de 111,79; 104,35 e 77,78 kcal/PV^{0,75}/dia, respectivamente.

As exigências nutricionais de energia líquida para ganho de peso por fêmeas Santa Inês em crescimento decrescem com o aumento do peso de abate. As exigências de energia líquida para ganho de peso para animais com 20 kg, 30 kg e 40 kg são de 79,27; 34,22 e 56,02 kcal/PV^{0,75}/dia, respectivamente.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. *The nutrient requirements of ruminants*. livestock. London: Commonwealth Agricultural Bureaux. 1980. 351p.

BIRKETT, S.; LANGE, K. Limitations of conventional models and a conceptual framework for a nutrient flow representation of energy utilization by animals. *British Journal of Nutrition*, v. 86, p. 647–659, 2001.

BLAXTER, K.L.; CLAPPERTON, J.L. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. *Br. J. Nutr.*, v.19, p.511-522, 1965.

BROUWER, E. *Report of Sub-Committee on Constants and Factors*. Proc 3rd Symp. On Energy Metabolism, EAAP Publ. N° 11. p. 441 – 443, 1965.

BURRIN, D. G.; FERRELL, C. L.; BRITTON, R. A.; BAUER, M. Level of nutrition and visceral organ size and metabolic activity in sheep. *British Journal of Nutrition*. V.64. p.439-448. 1990.

BURRIN, D. G.; FERRELL, C. L.; EISEMANN, J. H.; BRITTON, R. A.; NIENABER, J. A. Effect of level of nutrition on splanchnic blood flow and oxygen consumption in sheep. *British Journal of Nutrition*. v.62. p.23. 1989.

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*. n.82, p149-169, 2004.

CHANDRAMONI; TIWARI, C.M.; JADHAO, S.B.; KHAN, M.Y. Fasting heat production of Muzaffarnagari sheep. *Small Ruminant Research*, Amsterdam, v.36, n.1, p.43-47, 2000.

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION - CSIRO PUBLISHING. *Nutrient requirements of domesticated ruminants*. Collingwood, Australia. 2007. 270p.

FERRELL, C. L.; KOONG, L. J. Response of body organs of lambs to differing nutritional treatments. *European Association Animal Production*. Publ. 32. 1985.

FERREL, C.L.; JENKINS, T.G. Cow type and nutritional environment: nutritional aspects. *Journal of Animal Science*., v.61, p.725-733, 1985.

FLUHARTY, F.L. and MCCLURE, K.E. Effects of dietary energy intake and protein concentration on performance and visceral organ mass in lambs. *Journal of Animal Science*. v.75, p. 604-610, 1997.

GALYEAN, M.L.; OWENS, F.N. *Effects of diet composition and level of feed intake on site and extent of digestion in ruminants*. In: Tsuda, T., Sasaki, Y., Kawashima, R. (Eds.), *Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants*. Academic Press, San Diego, CA, p. 483–514. 1991.

HUNTINGTON, G. B.; REYNOLDS, C. K.; STROUD, B. H. Techniques for measuring blood flow in splanchnic tissues of cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 72, p.1583- 1595, 1989.

JENTSCH, W.; WITTENBRUG, H.; SCHIEMANN, R. Die Ververtung der Futterenergie durch wachsende Bullen. *Arch. Tierernahr*, v.26, p.575-585. 1976.

JOHNSON, K.A.; JOHNSON, D.E. Methane emission from cattle. *Journal of Animal Science*, v.73, p.2483-2492, 1995.

KELLY, J.M.; McBRIDE, B.W. The sodium pump and other mechanisms of thermogenesis in selected tissues. *Proceedings of the Nutrition Society*. v.49, p.185–202. 1990.

LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. *Growth of farm animals*. 2.ed. Wallingford: CAB International, 2002. 346p.

LINDSAY, D. B.; REYNOLDS, C. K. Metabolism of the portal-drained viscera and liver. In: FORBES, J. M. and FRANCE, J. (eds.) *Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism*. CAB International, Wallingford, 2005, p. 311-343.

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, n.3, p.793-806, 1968.

MACEDO JUNIOR, G.L. *Exigências nutricionais de ovelhas gestantes da raça Santa Inês*. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2008. 291p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG, 2008.

McALLISTER, A. T.; OKINE, E. K.; MATHISON, G. W. Dietary, environmental and microbiological aspects of methane production in ruminants. *Canadian Journal of Animal Science*, v.76, n.2, p.231-243, 1996.

McNIVEN, M.A. The effect of body fatness on energetic efficiency and fasting heat production in adult sheep. *British Journal Nutrition*. v.51, p.297-304. 1984.

MILLER, T. L. Ecology of methane production and hydrogen sink in the rumen. In: ENGELHARDT, W. V.; LEONHARD-MAREK, S.; BREVES, G.; GIESSECKE, D. (Ed). *Ruminant Physiology: Digestion, metabolism, growth and reproduction*. Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag. 1995. p.317-332.

MOSS, A. R. *Methane: global warming and production by animals*. Chalcombe Publications, Kingston, United Kingdom, 1993. 105p.

MOSS, A. R. Methane production by ruminants – literature review of I. Dietary manipulation to reduce methane production and II. Laboratory procedures for estimating methane potential of diets. *Nutrition Abstracts and Reviews (Series B)*, v.64, n.12, p.785-806, 1994.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient requirements of small ruminants*. Washington, D. C.: National Academy Press. 2007. 362p.

PEDREIRA, S.M; PRIMAVESI, O. Impacto da produção animal sobre o ambiente. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.) *Nutrição de ruminantes*. 1.ed. Jaboticabal: Funep, 2006. p.497-511.

PELCHEN, A.; PETERS K.J. Methane Emissions from sheep, *Small Ruminant Research*,v.27, p.137-150. 1998:

PRIMAVESI, O.; PEDREIRA, M.S.; FRIGUETTO, R.T.S.; LIMA, M.A.; BERCHIELLI, T.T.; OLIVEIRA, S.G.; RODRIGUES, A.A.; BARBOSA, P.F. Manejo alimentar de bovinos leiteiros e sua relação com produção de metano ruminal. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2004, 21p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Circular Técnica, 39).

RODRIGUEZ, N.M.; CAMPOS, W. E.; LACHICA, M. L.; BORGES, I.; GONÇALVES, L.C.; BORGES, A.L.C.C.; SALIBA, E.O.S. A calorimetry system for metabolism trials. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.59, n.2, p.495-500, 2007.

SILVA, R.R. *Respirometria e determinação das exigências de energia e produção de metano de fêmeas bovinas leiteiras de diferentes genótipos*. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2011. 94p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG, 2011.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)*. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SOUZA, F.A. *Composição corporal e exigências de energia e proteína para borregas Santa Inês gestantes*. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2013. 91p. Tese

(Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG, 2013.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.

VERMOREL, M.; BICKEL, H. Utilization of feed energy by growing ruminants. *Annales de zootechnie*. v.29. p.127–144. 1980.

WILLIAMS, C. B.; JENKINS, T. G. A dynamic model of metabolizable energy utilization in growing and mature cattle. III. Model evaluation. *Journal of Animal Science*, v.81, p.1390-1398, 2003.

CAPÍTULO 6

EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DA ENERGIA METABOLIZÁVEL PARA MANTENÇA E GANHO DE PESO E COMPARAÇÃO DE TÉCNICAS APLICADAS PARA ESTIMATIVA DAS EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE ENERGIA

RESUMO

Objetivou-se estimar as exigências de energia líquida para manutenção obtida por diferentes técnicas e as eficiências de utilização da energia líquida para manutenção e ganho de peso por cordeiras da raça Santa Inês abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos. O experimento foi realizado no Laboratório de Calorimetria e Metabolismo da Universidade Federal de Minas Gerais no período de novembro de 2010 a abril de 2011. Foram utilizadas cinquenta e sete cordeiras Santa Inês com 3 a 4 meses de idade e peso vivo médio de 14 a 26 kg. Após quarenta dias para adaptação dos animais com 30 e 40 kg às condições experimentais, dezesseis animais foram aleatoriamente sorteados e abatidos representando o grupo referência. A adaptação dos animais do grupo 20 kg foi de dez dias, sendo sorteados cinco animais para representarem os animais referência. Os 36 animais remanescentes foram divididos em dois manejos nutricionais (*ad libitum* e restrito) e abatidos aos 20, 30 e 40 kg de PV, perfazendo um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 2. O consumo de matéria seca (CMS) para obtenção do equilíbrio energético foi calculado dividindo-se a exigência de energia metabolizável para manutenção (EM_m) pela concentração de energia metabolizável da dieta. A energia metabolizável para manutenção (EM_m) foi obtida pela relação entre a energia líquida para manutenção (EL_m) dividida pela eficiência de uso da energia metabolizável para manutenção (k_m). A energia líquida para manutenção da dieta (EL_{m,d}) foi calculado pela divisão da EL_m para de cada peso de abate 20 kg, 30 kg e 40kg (86,79; 77,63 e 72,73 kcal/PCVZ^{0,75}/dia respectivamente) pelo CMS para o equilíbrio de energia. O CMS para ganho, em g de MS/kg de PCVZ^{0,75}/dia, foi obtido pela diferença entre o CMS total, em g de MS/kg de PCVZ^{0,75}/dia, e o CMS para o equilíbrio de energia, em g de MS/kg de PCVZ^{0,75}/dia. A concentração de energia líquida da dieta para ganho (EL_{g,d}) foi calculada dividindo-se a energia retida diariamente (kcal/kg de PCVZ^{0,75}/dia) pelo CMS acima da manutenção, em g de MS/kg de PCVZ^{0,75}. As exigências de EL_m obtidas pela regressão linear entre o CEM e a PC pela técnica do abate comparativo e calorimétrica foram similares para os animais com 30 kg e 40 kg, todavia, as exigências de EL_m pelos animais com 20 kg foi 26,62% superiores pela técnica calorimétrica. Quando as exigências energéticas foram obtidas diretamente pela técnica calorimetria, as exigências de EL_m foram 33,38%, 37,19% e 22,13% superiores em relação as exigências de EL_m obtidas no abate comparativo considerando as três faixas de peso de abate e de 9,21%, 37,62% e 21,98% superiores as exigências obtidas na calorimetria utilizando a regressão linear. A eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção (k_m) foi igual a 62%, 62% e 60% vs 74%, 74% e 74% para os animais com 20 kg, 30 kg e 40 kg. A eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso (kg) foi de 33%, 45% e 20% vs 37%, 21% e 36% para os animais com 20 kg, 30 kg e 40 kg. As exigências de energia líquida de manutenção pela calorimetria e abate comparativo impõe valores semelhantes para animais Santa Inês com 30 e 40 kg. As exigências dietéticas de energia elevam-se com o aumento do peso de abate e taxa de ganho de peso dos animais.

Palavras-chave: Nutrição, ovinos, requerimentos, ruminantes

**EFFICIENCY OF METABOLIZABLE ENERGY UTILIZATION FOR
MAINTENANCE AND WEIGHT GAIN AND COMPARISON OF TECHNIQUES
APPLIED TO ESTIMATE THE NUTRITIONAL REQUIREMENTS OF ENERGY**

ABSTRACT

This aimed to estimate the net energy requirements for maintenance obtained for different techniques and the efficiency of metabolizable energy utilization for maintenance and weight gain of Santa Inês lambs in growing slaughtered in different weights and submitted the feeding planes distinct. The experiment was conducted in the laboratory of calorimetry and metabolism of the Federal University of Minas Gerais in the period of november of 2010 the april of 2011. Were used fifty seven Santa Ines lambs with 3 and 4 months of age and live weight 14 the 26 BW. After forty days for adaptation of the animals with 30 and 40 kg the experimental conditions, sixteen animals were randomly selected and slaughtered representing the reference group. The adaptation of the animals of group 20 kg was ten days with five animals representing the reference animals. The remaining thirty six animals were divided in two nutritional planes (*ad libitum* and restricted) and slaughtered to the 20, 30 and 40 kg of BW making a completely randomized in factorial project 3 x 2. The dry matter intake (DMI) for obtaining energy balance was calculated by dividing the metabolizable energy requirement for maintenance (MEM) by the concentration of metabolizable energy of the diet. The metabolizable energy for maintenance (MEM) was obtained by the ratio of the net energy for maintenance (NEM) divided by the efficiency of utilization of the metabolizable energy for maintenance (k_m). The net energy for maintenance diet (EL_{md}) was calculated by dividing the NEM for each slaughter weight 20 kg, 30 kg and 40kg (86.79, 77.63 and 72.73 kcal/EBW^{0.75}/day respectively) by CMS for the energy balance. The DMI to gain, in g of DM/kg EBW^{0.75}/day, was obtained by the difference between the total DMI, in g of DM/EBW^{0.75}/day, and DMI for the energy balance, in g DM/EBW^{0.75}/day. The concentration of the diet net energy for gain (EL_{gd}) was calculated by dividing the daily retained energy (kcal/EBW^{0.75}/day) by DMI above maintenance, in g DM/EBW^{0.75}. The requirement NEM obtained by linear regression between the MEI and the HE using the calorimetry technique and comparative slaughter, when compared to each other, were similar for animals of 30 kg and 40 kg, however, the requirements NEM by animals with 20 kg was 26,62% higher than the calorimetric technique. When the energy requirements were obtained directly by calorimetry technique, the requirements NEM were 33,38%, 37,19% and 22,13% higher in relation to the NEM obtained comparative slaughter considering the three slaughter weight and 9,21%, 37,62% and 21,98% higher than the requirements obtained in calorimetry using linear regression between the MEI and HE in the three slaughter weight. The efficiency of utilization of metabolizable energy for maintenance (k_m) was equal to 62%, 62% and 60% vs 74%, 74% and 74% for size 20 kg 30 kg and 40 kg, respectively. The efficiency of metabolizable energy utilization for weight gain (k_g) was 33%, 45% and 20% vs 37%, 21% and 36% for size 20 kg 30 kg and 40 kg, respectively. The net energy requirements for maintenance by calorimetry and comparative slaughter imposes similar values for Santa Inês breed with 30 and 40 kg. The dietary energy requirements increase with increasing slaughter weight and rate of weight gain of the animals.

Key-words: Nutrition, requirements, ruminants, sheep

1. INTRODUÇÃO

As recomendações nutricionais dos pequenos ruminantes no Brasil são feitas a partir de informações desenvolvidas por comitês internacionais e dentre os principais sistemas internacionais de alimentação de pequenos ruminantes e que são empregados em condições de Brasil destacam-se o sistema inglês (ARC, 1980; AFRC, 1993), o australiano (CSIRO, 2007) e o sistema estadunidense (NRC, 1985, 2007), o que pode gerar problemas, decorrentes das diferenças climáticas, genéticas e quanto aos alimentos usados nesses países e aquelas verificadas no Brasil (Cabral et al., 2008).

Os estudos referentes ao metabolismo energético dos animais nas condições brasileiras ainda são escassos, dificultando assim, o estabelecimento de planos nutricionais adequados para as principais categorias que compõem os sistemas de produção nacional. Para a obtenção dos resultados, algumas metodologias propostas para a realização dos estudos de metabolismo energéticos dos animais, podendo assim obter-se adequadamente estimativas dos requisitos nutricionais de energia de ruminantes, destacam-se os ensaios longa duração; os métodos calorimétricos (direto ou indireto) e o abate comparativo. A metodologia mais difundida no Brasil é a técnica de abate comparativo (Logfreen e Garrett, 1968), adotada pelo sistema californiano de energia líquida e possui a vantagem sobre o método calorimétrico de permitir a determinação das exigências em condições mais próximas às de exploração dos animais (Fontes et al., 2005). Os requerimentos dietéticos de energia são obtidos a partir de ajustes nos requisitos líquidos por um fator de eficiência de utilização. A partir disso, os valores de EL_m podem ser convertidos em exigências de energia metabolizável para manutenção EM_m (Paulino et al., 2004), de modo que, a eficiência de uso da energia mostra em qual proporção a energia metabolizável foi transformada em energia líquida. Dessa forma, objetivou-se avaliar as exigências nutricionais de energia e as eficiências de utilização da energia por cordeiras Santa Inês em crescimento abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos obtidas por diferentes metodologias.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local de realização do experimento

O experimento foi conduzido no Laboratório de Calorimetria e Metabolismo Animal (LAMACA) pertencente à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG localizada na cidade de Belo Horizonte – MG no período de Novembro de 2010 a abril de 2011. O projeto teve aprovação do Comitê de Ética e Experimentação Animal da UFMG – CETEA (Anexo IV). A região onde fica a cidade de Belo Horizonte possui clima tipo Aw (classificação Koppen), classificado como tropical com estação seca, com a cidade localizada a 858 metros acima do nível do mar.

2.2. Animais, instalações, dietas experimentais e delineamento experimental

2.2.1. Animais e instalações experimentais

Foram utilizadas 57 fêmeas da raça Santa Inês adquiridas em duas propriedades do estado de Minas Gerais sendo trinta e seis animais alocados em dois grupos de manejos nutricionais e três pesos de abate conforme proposta para o ensaio experimental. Os animais do grupo de abate com 20 kg foram adquiridos com peso vivo inicial de $17,51 \pm 2,04$ kg e recém-desmamados em torno de 70 dias. Os animais do grupo de abate aos 30 kg foram adquiridos com peso inicial de $16,18 \pm 2,90$ kg e idade média de 118 dias. Os animais do grupo de abate aos 40 kg foram adquiridos com peso vivo inicial de $21,16 \pm 2,23$ kg e idade média de 121 dias. Os dezessete animais restantes foram divididos em três grupos e para cada faixa de peso foi abatido um grupo de animais aleatoriamente selecionado e denominados de animais referência (Tabela 3). Ao serem recepcionados no Laboratório de Metabolismo Animal (LAMACA) galpão experimental, os animais foram submetidos à avaliação clínica e em seguida procedeu-se a pesagem e avaliação da condição de escore corporal dos animais, os quais foram posteriormente identificados com brincos plásticos numéricos afixados na orelha, pesados e vermifugados. As cordeiras foram alojadas individualmente em gaiolas de metabolismo, alocadas em galpão de alvenaria coberto, com piso concretado e cimentado, dotadas de comedouros, bebedouros, saleiros plásticos e dispositivos apropriados para coleta de urina e fezes, onde permaneceram durante todo o período experimental.

Ao chegar nas dependências do LAMACA, o manejo diário consistia na limpeza do piso da sala onde estavam alocadas as gaiolas de metabolismo, seguindo pela retirada das

sobras referentes aos alimentos fornecido do dia anterior. A quantificação dessas sobras foi importante para o estabelecimento do consumo diário pelos animais. Os baldes de água eram diariamente retirados das gaiolas e após mensuração do volume de água eram lavados e adicionado um volume de 4L de água para os animais consumirem. Um balde com volume de 4 L de água foi colocado no galpão para quantificar a evaporação e realizar as correções do consumo de água, tendo suas perdas diárias eferidas. O sal mineral foi fornecido para garantir um consumo à vontade, sendo as sobras diariamente pesadas para determinação do consumo. Semanalmente procedia-se a pesagem dos animais e avaliação do escore de condição corporal, após período de jejum de 16 horas, para acompanhamento do ganho de peso dos animais e ajustes no consumo diário.

2.2.3. Dieta experimental e manejo nutricional

No início do experimento, os animais passaram por um período de adaptação ao manejo nutricional, local e condições do ensaio experimental por \pm 40 dias. Para os animais abatidos aos 20 kg de peso vivo o período de adaptação foi mais curto, de 10 dias. Os alimentos utilizados na formulação da ração experimental consistiram de feno de capim Tifton 85 (*Cynodon dactylon* spp), milho moído, farelo de soja, fosfato bicálcico, calcário calcítico e bicarbonato de sódio. A composição percentual da dieta experimental está apresentada na Tabela 1. O feno de capim tifton foi confeccionado e adquirido da fazenda Santa Helena no município de Bom Despacho – MG. O concentrado energético, proteico e a mistura mineral foram misturados por meio do uso de misturador de ração na Fazenda Experimental prof. Hélio Barbosa em Igarapé – MG, pertencente à UFMG. A ração experimental foi formulada baseada em estimativa de ganho de 300 g/dia para cordeiros, obtida pelo sistema SRNS (Cannas et al., 2004). Na Tabela 2 estão apresentadas a composição centesimal e bromatológica dos alimentos que compuseram a ração experimental.

Tabela 1. A composição percentual da dieta experimental

Concentrado	% na Matéria natural
Farelo de milho	51,52
Farelo de soja	44,87
Fosfato bicálcico	0,15
Calcário	1,84
Bicarbonato de sódio	1,62
Concentrado	55,44
Volumoso	44,56

Tabela 2. Composição bromatológica dos alimentos e dieta experimental

Nutriente	Concentrado	Volumoso	Dieta
Matéria Seca (% da MN)	88,23	88,84	88,50
Matéria Orgânica (%)	80,00	82,84	81,26
Matéria Mineral (%)	8,24	6,00	7,24
Fibra em detergente Neutro (%)	12,42	62,18	34,59
Fibra em detergente Ácido (%)	5,23	31,04	16,74
Proteína Bruta (%)	31,5	10,31	22,05
Extrato Etéreo (%)	3,74	1,93	2,93
Energia Metabolizável (kcal/kg)	-	-	2316,03

MN = Matéria natural; Energia metabolizável média do experimento, sendo a produção de metano estimada pelo modelo descrito por Blaxter e Clapperton (1965).

O fornecimento da ração foi feito diariamente em duas refeições iguais, às oito e às 17 h, de maneira que a quantidade fornecida foi ajustada semanalmente de acordo com o consumo dos animais alocados no grupo *ad libitum*. O consumo médio dos animais de consumo *ad libitum*, por unidade de tamanho metabólico (UTM), era multiplicado por 1,15 para permitir 15% de sobra para os animais deste grupo, e, inicialmente, por 0,85 para obter-se a oferta destinada ao grupo restrito. Desta forma, por exemplo, se o consumo médio dos animais *ad libitum* do grupo *ad libitum* fosse 100 g/UTM, a oferta individual dos animais restritos do mesmo grupo seria 85 g/UTM e dos animais *ad libitum* seria 115 g/UTM. Água e mistura mineral estiveram disponíveis à vontade. O valor médio final da restrição foi de 30%. O controle do ganho de peso dos animais foi realizado durante a semana, pois a dieta experimental foi elaborada e fornecida para proporcionar um ganho de peso leve para os animais do grupo restrito tentando-se estabelecer uma condição de retenção de energia igual a zero. A dieta também foi fornecida para o grupo de animais *ad libitum* com ganho de peso a vontade (Os animais desse grupo representavam os animais *ad libitum*). A distribuição dos animais nos respectivos grupos, *ad libitum* e restrito, está descrito na Tabela 3.

Tabela 3. Distribuição dos animais conforme pesos de abate e regimes alimentares

Pesos de abate	Animais referência	Regimes alimentares		Total
		<i>Ad libitum</i>	Restrito	
20 kg	5	6	6	17
30 kg	8	6	6	20
40 kg	8	6	6	20
Total	21	18	18	57

2.3. Procedimento de abate dos animais

O abate dos animais seguiu as recomendações feitas pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da UFMG, protocolo nº 197/2010. Após o período adaptação a dieta experimental, local e condições do ensaio experimental por ± 40 dias para os animais abatidos aos 30 e 40 kg e de 10 dias para os animais abatidos aos 20 kg de peso vivo, um grupo de cinco animais foram aleatoriamente selecionados e abatidos para comporem o grupo inicial, chamado de grupo referência dos animais de 20 kg. Dois grupos de oito animais cada foram selecionados aleatoriamente e abatidos para comporem o grupo inicial ou grupo referência dos animais abatidos aos 30 kg e 40 kg, respectivamente. Os trinta e seis animais remanescentes foram alocados em dois grupos de manejos nutricionais e três pesos de abate. Dezoito animais compuseram o grupo de animais que receberam regime alimentar *ad libitum* e abatidos aos 20, 30 e 40 kg (seis animais por grupo) e dezoito animais compuseram o grupo de animais submetidos à restrição nutricional e abatidos nas faixas de peso citadas anteriormente. A distribuição dos animais nos respectivos manejos alimentares, *ad libitum* e restrito, está descrito na Tabela 3, apresentada acima.

Os abates dos animais ocorreram ao final do ensaio experimental, sempre em número par de animais, de forma que, à medida que um animal do regime alimentar *ad libitum* atingia o peso de abate (20 kg, 30 kg ou 40 kg), procedia-se o abate simultâneo de um animal do grupo restrito, previamente selecionado. Os animais foram pesados semanalmente para o acompanhamento do ganho de peso corporal até alcançarem o peso de abate. Antes do abate, os animais foram submetidos a jejum de alimentos sólidos por 16 horas, sendo em seguida pesados para obtenção do peso em jejum dos animais e feita avaliação de escore de condição corporal. Em seguida, as cordeiras foram encaminhadas para a sala de abate, onde foram insensibilizadas conforme procedimentos adotados pelo CETEA-UFMG, içadas e penduradas pelas patas posteriores e sangradas pela secção das veias jugulares e artérias carótidas.

2.3.1. Comparação de técnicas para estimativa das exigências nutricionais: Abate comparativo vs respirometria

Foi realizada a comparação dos resultados da estimativa das exigências nutricionais de energia de animais Santa Inês abatidas em diferentes pesos utilizando técnica respirométrica e a técnica do abate comparativo. A técnica do abate comparativo consistiu na mensuração da retenção de energia a partir da composição corporal inicial e final dos animais. A retenção diária de energia se deu pela diferença do conteúdo de energia corporal dos animais abatidos

no final do experimento (20 kg, 30 kg e 40 kg) e a diferença do conteúdo de energia corporal dos animais abatidos no início do experimento (animais referência). A produção de calor foi estimada pela diferença entre a ingestão de energia metabolizável diária e a retenção de energia diária no corpo dos animais, em kcal/kg de PCVZ^{0,75}/dia, levando-se em consideração a quantidade de dias em que os animais permaneceram no experimento. Os conteúdos corporais foram relacionados ao PCVZ final e inicial. A partir dos dados de ingestão de energia metabolizável e produção de calor diário dos animais estimou-se a exigência de energia líquida para manutenção (EL_m). A exigência de EL_m foi calculada pela regressão do logaritmo da produção de calor em função do consumo de energia metabolizável, extrapolando-se para o nível zero de consumo de energia metabolizável (Lofgreen e Garret, 1968).

Na câmara foram mensurados os gases produzidos e consumidos (CO₂, CH₄ e O₂), além das perdas de nitrogênio urinário excretado como condição para o cálculo da produção de calor dos animais conforme proposto por Brouwer (1965): $PC = (3,866 \times O_2) + (1,200 \times CO_2) - (0,518 \times CH_4) - (1,431 \times Nu)$, onde: PC é a produção de calor, O₂ = Oxigênio consumido; CO₂ = Dióxido de carbono produzido; CH₄ = Metano produzido e Nu = nitrogênio urinário em gramas. A metodologia na câmara seguiu as recomendações propostas por (Silva, 2011). A produção de calor dos animais em jejum alimentar mensurados na câmara respirométrica correspondeu as exigências de EL_m quantificado diretamente na câmara respirométrica. A exigência de energia líquida para ganho, em kcal/PCVZ^{0,75}/dia, correspondeu a energia retida e foi calculada pela diferença da produção de calor dos animais alimentados mensurado na câmara respirométrica. A exigência de EL_m pela técnica respirométrica também foi calculada pela regressão do logaritmo da produção de calor dos animais alimentados em função do consumo de energia metabolizável, extrapolando-se para o nível zero de consumo de energia metabolizável conforme proposto por (Lofgreen e Garret, 1968).

A eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso foi realizada a partir do método iterativo, na técnica do abate comparativo, com a finalidade de comparação dos resultados obtidos pela regressão linear e diretamente mensurados pela técnica calorimétrica e aos estimados pelas equações estabelecidas pelo AFRC (1993).

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

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

$$q_m = EM:EB.$$

O consumo de matéria seca para obtenção do equilíbrio energético foi calculado dividindo-se a exigência de energia metabolizável para manutenção (EM_m) pela concentração de

energia metabolizável da dieta. A energia metabolizável para manutenção (EM_m) foi obtida pela relação entre a energia líquida para manutenção (EL_m) dividida pela eficiência de uso da energia metabolizável para manutenção (k_m). A energia líquida para manutenção da dieta (EL_{md}) foi calculado pela divisão da EL_m ou produção de calor em jejum para de cada peso de abate 20 kg, 30 kg e 40kg (86,79; 77,63 e 72,73 kcal/PCVZ^{0,75}/dia respectivamente) pelo consumo de matéria seca no equilíbrio de energia. O consumo de matéria seca para ganho, em g de MS/ kg de PCVZ^{0,75}/dia, foi obtido pela diferença entre o consumo de matéria seca total, em g de MS/ kg de PCVZ^{0,75}/dia, e o consumo de matéria seca para o equilíbrio de energia, em g de MS/ kg de PCVZ^{0,75}/dia. A concentração de energia líquida da dieta para ganho (EL_{gd}) foi calculada dividindo-se a energia retida diariamente (kcal/kg de PCVZ^{0,75}/dia) pelo consumo de matéria seca acima da manutenção, em g de MS/kg de PCVZ^{0,75}. Para conversão do peso vivo (PV) em peso de corpo (PCVZ) foi aplicadas equações de regressão para entre o PCVZ e PV dos animais experimentais. Para a conversão das exigências de energia líquida de PCVZ em PV realizou-se regressão linear entre o GPCVZ (ganho de peso de corpo vazio) e GPMD (ganho de peso médio diário).

2.3.2. Delineamento experimental e análises estatísticas

Para o estudo das exigências nutricionais de energia, o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3 x 2 (três pesos de abate x manejos nutricionais) perfazendo seis tratamentos experimentais com seis repetições por tratamento. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade e homocedasticidade e as análises estatísticas foram realizadas utilizando o *software* R e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para a análise de regressão, adotou-se o seguinte modelo logaritimizado, $Y = a + b \cdot X$, que mostra o comportamento da variável dependente Y em função da variável independente X.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas das exigências de energia líquida para manutenção foram obtidas estabelecendo uma equação de regressão entre o logaritmo da produção de calor em função do consumo de energia metabolizável cada faixa de peso de abate individualmente. As equações de regressão obtidas foram: Técnica do abate comparativo:- Para os animais de 20 kg foi: $\text{Log PC} = 1,9385 + 0,0015 \cdot \text{IEM}$ ($r^2 = 0,86$); Para os animais de 30 kg foi: $\text{Log PC} = 1,8900 + 0,0016 \cdot \text{IEM}$ ($r^2 = 0,89$); Para os animais de 40 kg foi: $\text{Log PC} = 1,8617 + 0,0018 \cdot \text{IEM}$ ($r^2 = 0,93$). Técnica calorimétrica: Para os animais de 20 kg foi: $\text{Log PC} = 1,9790 + 0,0010 \cdot \text{IEM}$ ($r^2 = 0,26$); Para os animais de 30 kg foi: $\text{Log PC} = 1,7860 + 0,0017 \cdot \text{IEM}$ ($r^2 = 0,24$); Para os animais de 40 kg foi: $\text{Log PC} = 1,7963 + 0,0016 \cdot \text{IEM}$ ($r^2 = 0,61$). A extrapolação da ingestão de energia para o nível zero de consumo possibilitou estimar a exigência de energia líquida para manutenção, também denominada de produção de calor em jejum, para cada faixa de peso. As exigências de energia por cordeiras Santa Inês em crescimento estão apresentadas na Tabela 4.

Tabela 4. Exigências energéticas (em kcal/kg PCVZ^{0.75}/dia) de cordeiras da raça Santa Inês em crescimento obtida pelas técnicas do abate comparativo e respirometria

Nutrientes	Pesos de abate		
	20 kg	30 kg	40 kg
EL _m ¹ (kcal/kg PCVZ ^{0.75} /dia)	86,79	77,63	72,73
EL _m ² (kcal/kg PCVZ ^{0.75} /dia)	95,29	61,10	62,57
EL _m ³ (kcal/kg PCVZ ^{0.75} /dia)	104,19	106,36	79,97
EM _m ¹ (kcal/kg PCVZ ^{0.75} /dia)	137,76	123,22	121,22
EM _m ² (kcal/kg PCVZ ^{0.75} /dia)	158,81	105,34	99,32
EM _m ³ (kcal/kg PCVZ ^{0.75} /dia)	133,58	145,70	111,07

¹Estimado pela regressão entre o CEM e PC pela técnica do abate comparativo; ²Estimado pela regressão linear entre PC e CEM pela técnica respirométrica; ³Determinado na câmara respirométrica com animais em jejum alimentar de 48 horas

As exigências de EL_m obtidas pela regressão linear entre o CEM e a PC pela técnica do abate comparativo e calorimétrica, quando comparadas entre si, apresentaram valores distintos em suas mensurações. A regressão aplicada para as informações obtidas pela técnica calorimétrica foram 21,29% e 13,97% inferiores para os animais com 30 kg e 40 kg em relação ao abate comparativo, todavia, as exigências de EL_m para os animais com 20 kg obtidas pela calorimetria foram 8,92% superiores em relação a exigência de EL_m obtida na técnica do abate comparativo. Quando a mensuração foi feita diretamente pela técnica calorimétrica, as exigências de EL_m foram 16,70%, 27,01% e 9,05% superiores em relação as

exigências de EL_m obtidas no abate comparativo considerando as três faixas de peso de abate, respectivamente, e de 8,54%, 42,55% e 21,76% superiores as exigências obtidas na calorimetria utilizando a regressão linear entre o CEM e a PC nas três faixas de peso (Tabela 4).

A mensuração do calor produzido pelos animais foi realizada por técnicas distintas, tornando possível realizar os cálculos referentes às exigências de manutenção dos animais e segundo os resultados obtidos, evidenciou-se superestimativa das exigências de energia mensuradas diretamente pela calorimetria quando comparado a técnica do abate comparativo para as diferentes faixas de peso. Tais diferenças podem ser associadas a dificuldade de adaptação dos animais na câmara, o que pode ter influenciado as mensurações realizadas. Ressalta-se que, de acordo com o CSIRO (2007), a produção de calor em jejum dos animais varia diretamente com o nível de alimentação imposto anteriormente as mensurações do jejum. Nessa pesquisa, esperava-se que durante o metabolismo em jejum dos animais, as exigências de EL_m reduzisse, principalmente, porque animais em jejum a atividade metabólica de órgãos e vísceras reduzem em comparação a animais alimentados. Torna-se importante frisar que as modificações fisiológicas mudam lentamente indicando que pode levar quatro ou mais semanas para que os animais se adaptem, em termos de custo de energia do metabolismo, a um novo regime de alimentação (Taylor e Turner, 1983). Na presente pesquisa, as mensurações de produção de calor em jejum dos animais foram realizadas após jejum de 48 horas para os animais nos planos nutricionais de manutenção do peso corporal e ganho de peso, e conseqüentemente, o tempo de jejum proporcionado pode não ter afetado o metabolismo corporal, modificando a massa de órgãos internos metabolicamente ativos, e alterar as demandas energéticas dos animais.

Usando apenas os dados obtidos pela técnica do abate comparativo, a partir da equação de regressão estabelecida para cada faixa de peso de abate ($\text{Log PC} = 1,9385 + 0,0015 \cdot \text{IEM}$ ($r^2 = 0,86$); $\text{Log PC} = 1,8900 + 0,0016 \cdot \text{IEM}$ ($r^2 = 0,89$); $\text{Log PC} = 1,8617 + 0,0018 \cdot \text{IEM}$ ($r^2 = 0,93$), obteve-se os valores de EL_m de 86,79, 77,63 e 72,73 kcal/kg de $\text{PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$ e aplicou-se o método iterativo para obtenção do equilíbrio energético, ou seja, o ponto onde a produção de calor equivale ao consumo de energia metabolizável para manutenção. O consumo de energia para o equilíbrio foi de 138 kcal/kg de $\text{PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$, 124 kcal/kg de $\text{PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$ e 122 kcal/kg de $\text{PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$ para os animais de 20 kg, 30 kg e 40 kg, respectivamente. Nesse ponto o consumo de matéria seca foi de 53,93; 45,53 e 35,33 g de $\text{MS}/\text{PCVZ}^{0,75}$. Esse resultado possibilita estimar as concentrações de energia da dieta, assim

como, as eficiências de uso da energia metabolizável para manutenção (k_m) e ganho de peso (k_g) (Tabela 5).

Tabela 5. Concentração de energia bruta e energia metabolizável, consumo de matéria seca para manutenção e ganho de peso, concentrações de energia líquida da dieta para manutenção ($EL_{m,d}$) e ganho ($EL_{g,d}$) e eficiência de utilização da energia para manutenção (k_m) e ganho (k_g) por cordeiras Santa Inês em crescimento abatidas em diferentes pesos e submetidas a regimes alimentares distintos

	Pesos de abate					
	20 kg		30 kg		40 kg	
	<i>Ad libitum</i>	restrito	<i>Ad libitum</i>	restrito	<i>Ad libitum</i>	restrito
CEB (Mcal/kg de MS)	4,021	2,715	4,055	3,041	4,883	3,338
CMS _{manutenção} (g/kg de PCVZ ^{0,75})	53,93	83,07	45,56	61,87	35,33	56,71
CMS _{ganho} (g/kg de PCVZ ^{0,75})	74,82	9,50	52,28	13,94	62,49	12,93
CEM (Mcal/kg de MS)	2,6105	1,6727	2,7456	2,0201	3,4718	2,1649
EL _{m,d} (Mcal/kg de MS)	1,6418	1,0518	1,7188	1,2646	2,0698	1,2907
EL _{g,d} (Mcal/kg de MS)	0,8547	*	1,1925	*	0,6722	*
q_m	0,65	0,62	0,68	0,66	0,71	0,65
k_m^1	0,63	0,63	0,63	0,63	0,60	0,60
k_m^2	0,60	0,60	0,58	0,58	0,63	0,63
k_m^3	0,78	0,77	0,71	0,75	0,74	0,69
k_m^4	0,73	0,72	0,74	0,73	0,75	0,73
k_g^1	0,33	*	0,45	*	0,20	*
k_g^2	0,38	*	0,41	*	0,37	*
k_g^3	0,37	*	0,21	*	0,36	*
k_g^4	0,51	*	0,54	*	0,56	*

¹Estimado pela técnica do abate comparativo seguindo o modelo de regressão entre o CEM e PC; ²Estimada pela técnica respirométrica seguindo regressão linear entre PC e CEM; ³Determinado diretamente na câmara respirométrica com animais em jejum alimentar de 48 horas; ⁴Calculado pelas equações AFRC (1993); q_m = Metabolizabilidade da dieta;

A eficiência de utilização da energia para manutenção obtida pela relação EL_m/EM_m foi igual a 63%, 63% e 60% para os animais com 20 kg, 30 kg e 40 kg, respectivamente, ou seja, $86,79/138 = 0,63$, $77,63/124 = 0,63$ e $72,73/122 = 0,60$ e ficaram dentro da faixa proposta pelo NRC (1984) que destacou valores de k_m , de 57,6 a 68,8%, para dietas contendo concentração de EM, variando de 2,0 a 3,2 Mcal/kg de MS. Na presente pesquisa, a concentração de EM da dieta consumido pelos animais foi de 2,61, 2,74 e 3,47 Mcal/kg de MS para as três faixas de peso, respectivamente. Com exceção dos animais com 40 kg, a concentração de EM da dieta consumida pelos animais com 20 kg e 30 kg ficou em concordância ao NRC (2004). A k_m nessa pesquisa foi próxima ao valor preconizado pelo

CSIRO (1990) e adotado por Cannas et al. (2004) de 0,64 e aos trabalhos realizados por Galvani et al. (2008) de 0,64; Costa (2012) de 0,64 e inferior aos obtidos por Regadas Filho et al. (2013) = 0,71. Esses resultados foram 13,70%, 13,7% e 18,92% inferiores aos obtidos pela equação proposta pelo AFRC (1993) que estima a k_m a partir da qualidade da dieta ingerida ou metabolizabilidade da dieta (q_m) e superiores a k_m obtido pela regressão linear entre PC e CEM pela técnica calorimétrica. Os valores médios para k_m foram de 0,60%, 0,58% e 0,63% para as três faixas de peso estudadas pela calorimetria. A k_m também foi obtida diretamente pela calorimetria pela relação EL e EM e foram 19,23%, 13,70% e 16,67% superiores a técnica do abate comparativo..

A eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho (k_g) foi obtida pela relação entre a energia líquida para ganho dividido pela ingestão de energia metabolizável e os resultados obtidos revelam valores de 33%, 45% e 20% para os animais com 20 kg, 30 kg e 40 kg, respectivamente, ingerindo dietas contendo concentrações de EM de 2,61, 2,74 e 3,47 Mcal/kg de MS e assemelharam-se ao proposto pelo NRC (1984) que destacou valores de k_g , de 29 a 47,3%, para dietas contendo concentração de EM, variando de 2,0 a 3,2 Mcal/kg de MS. Os resultados revelam um comportamento inverso para k_g em dietas contendo uma maior concentração de EM e tiveram comportamento semelhante aos observados por Regadas Filho et al. (2011) que obtiveram resultados inversos para a eficiência de uso da energia para ganho com a elevação da concentração de energia metabolizável na dieta (0,52 a 0,28 com 2,08 a 2,69 Mcal/kg MS). Costa (2012) também observaram redução na eficiência de uso da energia para ganho com o aumento da concentração de energia metabolizável da dieta. Comparando os valores de k_g obtidos pelo abate comparativo e pela calorimetria nessa pesquisa, evidenciaram-se valores de k_g pelo abate comparativo 10,81% e 44,44% inferiores aos obtidos pelo método direto na calorimetria para os animais com 20 kg e 40 kg respectivamente. Contudo, ressalta-se que o abate comparativo resultou em valor de k_g 53,33% superior a calorimetria para animais abatidos aos 30 kg.

A deposição de energia como gordura é mais eficiente do que a deposição na forma de proteína em função da maior reciclagem diária quando comparado a gordura, portanto, a k_g é diretamente relacionado à composição do ganho (Garrett, 1980) e aumenta na medida em que o animal atinge a maturidade fisiológica (Geay, 1984). A maior relação gordura:proteína corporal de 0,77; 1,51 e 2,37, para os animais com maior peso ao abate (Capítulo 4 - Tabela 6) reforçam as afirmações quanto a maturidade fisiológica dos animais com o aumento do peso corporal, fato esperado, pois os resultados aqui obtidos evidenciam o aumento nas deposições de gordura com o avanço do peso corporal dos animais, todavia, não se pode

afirmar o ponto exato de maturidade dos animais da raça Santa Inês apenas com os dados aqui obtidos. De acordo com Garrett e Johnson (1983), a eficiência de utilização energia para animais em crescimento é menor quando o ganho de tecido contém uma proporção elevada de proteína em relação a gordura, sendo a eficiência de deposição de tecido proteico menor do que a do tecido de adiposo, e nesse trabalho, essa constatação pode ser verificada com o aumento do peso dos animais de 20 kg para 30 kg com incremento na k_g de 0,33 para 0,45. Contudo, esse comportamento crescente não foi evidenciado quando os animais alcançaram 40 kg sendo de 0,20. Houve aumento nas exigências de energia pelos animais mais pesados, todavia, a retenção corporal de energia foi inferior para esse grupo (capítulo 4 - Tabela 4), e a menor participação da energia líquida da dieta para ganho de peso pode ter ocasionado a menor eficiência para os animais nessa faixa de peso. A discussão dos resultados em função da eficiência de uso da energia depositado como gordura e proteína ao invés da concentração de EM da dieta, elucidaria de forma mais adequada a dinâmica fisiológica do crescimento dos animais do ensaio, assim como, proporcionaria informações mais relevantes para a elaboração de comitês que preconizem as exigências nutricionais para animais em crescimento considerando fases de maturidade fisiológica distintas.

Ao estimar a k_g a partir da metabolizabilidade da dieta adotada pelo AFRC (1993), os resultados foram 35,29%, 16,67% e 64,29% superiores para as três faixas de pesos ao abate, respectivamente. Por sua vez, o NRC (2007) e o CSIRO (2007) adotaram para a estimativa da k_g a concentração de EM da dieta. O NRC (2007) adotando a equação $k_g = [(1,42*EM) - (0,174*EM^2) + (0,0122*EM^3) - 1,65] / EM$] obteve k_g de 0,41, 0,43 e 0,49 respectivamente, e, portanto, superiores aos obtidos pela calorimetria e abate comparativo nas três faixas de peso. O CSIRO (2007) adotando a equação $k_g = (0,043*EM)$ obteve k_g de 0,11, 0,12 e 0,15 e foram inferiores aos obtidos nessa pesquisa. Analisando os resultados obtidos, verificou-se que os sistema de equações utilizados pelos sistemas internacionais estimam os valores para k_g superiores aos obtidos nessa pesquisa, e, portanto, é necessário cautela quanto ao emprego em condições brasileiras. Os maiores valores de k_g pelos sistemas internacionais deve-se ao fato das mensurações terem sido realizadas com animais adultos. Diante disso, o conhecimento da maturidade fisiológica, a partir das deposições de gordura e proteína no corpo dos animais, permite elucidar de forma mais clara como a energia é aproveitada pelo animal em crescimento.

As estimativas das exigências de energia líquida e energia metabolizável para ganho de peso, em kcal/dia, de cordeiras Santa Inês em crescimento abatidas aos 20 kg, 30 kg e 40 kg foram obtidos pela relação entre a quantidade de energia depositada por quilo de ganho de

peso de corpo vazio (Capítulo 4 - Tabela 8) dividido pelo fator 1,28 da relação entre peso vivo e peso de corpo vazio. As estimativas de exigências de energia metabolizável foram obtidas pela relação entre a energia líquida dividindo-se pela eficiência de uso da energia para ganho obtido pelo abate comparativo (Tabela 5) e estão apresentados na Tabela 6. As exigências de energia líquida e metabolizável aqui obtida elevaram-se à medida que o peso corporal e a taxa de ganho aumentaram, corroborando com as observações feitas por Galvani et al. (2008) e possivelmente esteja associada a ao aumento da deposição de gordura corporal. Os resultados obtidos pelo autor foram inferiores aos da presente pesquisa. Trabalhando com borregas Santa Inês em gestação, Souza (2013) observou que as exigências de energia líquida para ganho de peso aumentaram com o aumento do peso e com a taxa de ganho. Os valores obtidos pelo autor, para animais de 30 kg com taxas de ganho de peso diário de 50, 80 e 100 gramas, foram 0,260 Mcal/dia; 0,416 Mcal/dia e 0,520 Mcal/dia. Já para animais de 40 kg, com taxas de ganho de peso diário de 50, 80 e 100 gramas, foram 0,273 Mcal/dia; 0,438 Mcal/dia e 0,547 Mcal/dia. Esses resultados assemelharam-se aos obtidos no presente trabalho.

Tabela 6. Estimativas das exigências de energia líquida e energia metabolizável para ganho de peso, em kcal/dia, de cordeiras Santa Inês em crescimento abatidas aos 20 kg, 30 kg e 40 kg

PV	PCVZ	GPMD	GPCVZ	ELm	ELg	ELt	EMm	EMg	EMt
20 kg	14,56	50	39,58	646,79	152,41	799,192	1026,64	461,83	1488,48
		80	59,44	646,79	243,85	890,635	1026,64	738,93	1765,58
		100	72,68	646,79	304,81	951,598	1026,64	923,67	1950,31
		150	105,78	646,79	457,22	1104,004	1026,64	1385,50	2412,15
		200	138,88	646,79	609,62	1256,409	1026,64	1847,34	2873,98
30 kg	23,34	50	39,58	824,31	215,420	1039,726	1308,42	478,712	1787,13
		80	59,44	824,31	344,672	1168,978	1308,42	765,939	2074,36
		100	72,68	824,31	430,840	1255,146	1308,42	957,423	2265,84
		150	105,78	824,31	646,261	1470,566	1308,42	1436,135	2744,55
		200	138,88	824,31	861,681	1685,987	1308,42	1914,846	3223,26
40 kg	32,12	50	39,58	981,31	272,248	1253,560	1635,52	1361,240	2996,76
		80	59,44	981,31	435,597	1416,909	1635,52	2177,984	3813,50
		100	72,68	981,31	544,496	1525,808	1635,52	2722,480	4358,00
		150	105,78	981,31	816,744	1798,056	1635,52	4083,720	5719,23
		200	138,88	981,31	1088,992	2070,304	1635,52	5444,960	7080,47

Obtido pela relação $PV/PCVZ = 1,28$; PV = Peso vivo; ELm = Energia líquida de manutenção; ELg = Energia líquida de ganho; ELt = Energia líquida total; EMm = Energia metabolizável de manutenção; EMg = Energia metabolizável de ganho; EMt = Energia metabolizável total

$PCVZ = - 3,0083 + 0,8827 * PV$

$GPCVZ = 6,4846 + 0,6662 * GPMD$

4. CONCLUSÕES

A exigência de energia líquida de manutenção reduz com a elevação do peso de abate animal.

A exigência de energia líquida de manutenção pela calorimetria e abate comparativo impõe valores semelhantes para animais Santa Inês com 30 e 40 kg.

A eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção por cordeiras Santa Inês em crescimento é de 63%, 63% e 60% para animais com 20 kg, 30 kg e 40 kg. A eficiência de utilização da energia metabolizável para ganho de peso por cordeiras Santa Inês em crescimento é de 33%, 45% e 20% para animais com 20 kg, 30 kg e 40 kg.

As exigências dietéticas de energia elevam-se com o aumento do peso de abate e taxa de ganho de peso dos animais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. *The nutrient requirements of ruminants livestock*. London: Commonwealth Agricultural Bureaux. 1980. 351p.

BROUWER, E. *Report of Sub-Committee on Constants and Factors*. Proc 3rd Symp. On Energy Metabolism, EAAP Publ. N° 11. p. 441 – 443, 1965.

CABRAL, L.S.; NEVES, E.M.O.; ZERVOUDAKIS, J.T.; ABREU, J.G.; RODRIGUES, R.C.; SOUZA, A.L.; OLIVEIRA, Í.S. Estimativas dos requisitos nutricionais de ovinos em condições brasileiras. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal.*, v.9, n.3, p. 529-542, jul/set, 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*. n.82, p149-169, 2004.

COSTA, M.R.G.F. *Exigências nutricionais de cordeiros deslanados e validação do modelo small ruminant nutrition system (SRNS)*. Fortaleza, CE: Universidade Federal do Ceará, 2012. 94p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE, 2012.

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION - CSIRO PUBLISHING. *Nutrient requirements of domesticated ruminants*. Collingwood, Australia. 2007. 270p.

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION - CSIRO. *Feeding standards for Australian livestock - ruminants*. Victoria: Australia Agricultural Council. 1990. 266p.

FONTES, C.A.A.; OLIVEIRA, R.C.; ERBESDOBLER, E.D. et al. Conteúdo de energia líquida para manutenção e ganho do capim elefante e mudanças na composição corporal de novilhos em pastejo, durante a estação chuvosa. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.5, p.1711-1720, 2005.

- GALVANI, D. B.; PIRES, C.C; KOZLOSKI, G.V.; WOMMER, T.P. Energy requirements of Texel and crossbreed lambs. *Journal of Animal Science*. Savoy. v.86. n.12. p.3480-3490. 2008.
- GARRETT, W.N. Factors influencing energetic efficiency of beef production. *Journal of animal science*, v.51, n.6, p.1434-1440, 1980.
- GARRETT, W.N.; JOHNSON, D.E. Nutrition energetics of ruminants. *Journal of Animal Science*, v.57, n.2, p.478-497, 1983.
- GEAY, Y. Energy and protein utilization in growing cattle. *Journal of animal science*. Savoy, v.58. n.3. p.766 – 778, 1984.
- 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, n.3, p.793-806, 1968.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient requirements of small ruminants*. Washington, D. C.: National Academy Press. 362 p. 2007.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient requirements of sheep*. 6.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985. 99p.
- PAULINO, P.V.R.; COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F.; VALADARES, R.F.D.; MAGALHÃES, K.A.; MORAES, E.H.B.K.; PORTO, M.O.; ANDREATTA, K. Exigências Nutricionais de Zebuínos. Energia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.3, p.781-791, 2004.
- REGADAS FILHO, J.G.; PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; VILARROEL, 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.
- SILVA, R.R. *Respirometria e determinação das exigências de energia e produção de metano de fêmeas bovinas leiteiras de diferentes genótipos*. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2011. 94p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG, 2011.
- SOUZA, F.A. *Composição corporal e exigências de energia e proteína para borregas Santa Inês gestantes*. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2013. 91p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG, 2013.

TURNER, H.G.; TAYLOR, C.S. Dynamic factors in models of energy utilization with particular reference to maintenance requirements of cattle. *World review of nutrition and dietetics.*, v.42, p.135-90, 1983.

ANEXO I

Correlações de Pearson existentes entre os principais aspectos estudados no Capítulo II

	CMS	CMSPM	CMSPV	CMSDIG	DIGMS	CMO	CMOPM	CMOPV	CMODIG	DIGMO	CEE	CEEPM	CEEPV	CEEDIG	DIGEE
CMS	1,0000	0,5193	0,3150	0,6268	0,4702	0,9999	0,5243	0,3195	0,6186	0,3345	0,9890	0,5975	0,4153	0,6537	0,2427
CMSPM	0,5193	1,0000	0,9742	0,9753	-0,0563	0,5178	0,9999	0,9752	0,9778	-0,2686	0,5665	0,9845	0,9847	0,9429	-0,1582
CMSPV	0,3150	0,9742	1,0000	0,9197	-0,1821	0,3135	0,9729	0,9999	0,9249	-0,3810	0,3705	0,9364	0,9851	0,8765	-0,2372
CMSDIG	0,6268	0,9753	0,9197	1,0000	0,1615	0,6257	0,9762	0,9214	0,9962	-0,0653	0,6715	0,9784	0,9490	0,9699	-0,0105
DIGMS	0,4702	-0,0563	-0,1821	0,1615	1,0000	0,4721	-0,0520	-0,1788	0,1290	0,8928	0,4593	0,0170	-0,1067	0,1509	0,6122
CMO	0,9999	0,5178	0,3135	0,6257	0,4721	1,0000	0,5230	0,3183	0,6182	0,3385	0,9889	0,5961	0,4138	0,6527	0,2446
CMOPM	0,5243	0,9999	0,9729	0,9762	-0,0520	0,5230	1,0000	0,9740	0,9793	-0,2627	0,5715	0,9850	0,9841	0,9442	-0,1550
CMOPV	0,3195	0,9752	0,9999	0,9214	-0,1788	0,3183	0,9740	1,0000	0,9270	-0,3766	0,3750	0,9378	0,9856	0,8785	-0,2349
CMODIG	0,6186	0,9778	0,9249	0,9962	0,1290	0,6182	0,9793	0,9270	1,0000	-0,0645	0,6659	0,9820	0,9550	0,9689	-0,0316
DIGMO	0,3345	-0,2686	-0,3810	-0,0653	0,8928	0,3385	-0,2627	-0,3766	-0,0645	1,0000	0,3230	-0,1828	-0,2996	-0,0526	0,5914
CEE	0,9890	0,5665	0,3705	0,6715	0,4593	0,9889	0,5715	0,3750	0,6659	0,3230	1,0000	0,6580	0,4825	0,7191	0,2668
CEEPM	0,5975	0,9845	0,9364	0,9784	0,0170	0,5961	0,9850	0,9378	0,9820	-0,1828	0,6580	1,0000	0,9767	0,9784	-0,0736
CEEPV	0,4153	0,9847	0,9851	0,9490	-0,1067	0,4138	0,9841	0,9856	0,9550	-0,2996	0,4825	0,9767	1,0000	0,9352	-0,1591
CEEDIG	0,6537	0,9429	0,8765	0,9699	0,1509	0,6527	0,9442	0,8785	0,9689	-0,0526	0,7191	0,9784	0,9352	1,0000	0,1286
DIGEE	0,2427	-0,1582	-0,2372	-0,0105	0,6122	0,2446	-0,1550	-0,2349	-0,0316	0,5914	0,2668	-0,0736	-0,1591	0,1286	1,0000
CFDN	0,8836	0,2596	0,0557	0,3606	0,4340	0,8827	0,2636	0,0591	0,3390	0,2937	0,8142	0,2952	0,1121	0,3354	0,1613
CFDNPM	0,3230	0,8803	0,8920	0,8213	-0,1982	0,3206	0,8782	0,8911	0,8119	-0,4487	0,3239	0,7938	0,8312	0,7146	-0,3235
CFDNV	0,1115	0,8480	0,9130	0,7624	-0,3122	0,1095	0,8450	0,9113	0,7586	-0,5340	0,1308	0,7495	0,8356	0,6583	-0,3745
CFDNDIG	0,3879	0,5508	0,5151	0,6168	0,3165	0,3879	0,5511	0,5155	0,5973	0,1299	0,3462	0,4758	0,4607	0,4726	-0,0010
DIGFDN	-0,0201	-0,6199	-0,6763	-0,4653	0,6373	-0,0166	-0,6165	-0,6745	-0,4731	0,7884	-0,0760	-0,5898	-0,6581	-0,4890	0,4355
CFDA	0,7883	0,1257	-0,0667	0,2309	0,4451	0,7878	0,1294	-0,0636	0,2058	0,3210	0,7038	0,1461	-0,0287	0,1877	0,1623
CFDAPM	0,2426	0,7578	0,7785	0,7028	-0,1875	0,2404	0,7555	0,7772	0,6881	-0,4341	0,2230	0,6497	0,6935	0,5697	-0,3317
CFDAPV	0,0427	0,7538	0,8274	0,6697	-0,3096	0,0409	0,7505	0,8254	0,6618	-0,5294	0,0459	0,6367	0,7295	0,5438	-0,3850
CFDADIG	0,1276	0,1556	0,1455	0,2035	0,2139	0,1281	0,1553	0,1451	0,1913	0,1473	0,0589	0,0632	0,0632	0,0358	-0,1140
DIGFDA	-0,0918	-0,5550	-0,5854	-0,4504	0,4161	-0,0895	-0,5533	-0,5849	-0,4535	0,5716	-0,1636	-0,5693	-0,6091	-0,5232	0,2045
CHCEL	0,9303	0,3545	0,1474	0,4521	0,4243	0,9287	0,3582	0,1507	0,4329	0,2741	0,8756	0,4003	0,2154	0,4407	0,1666
CHCELNPM	0,3273	0,9261	0,9407	0,8634	-0,2126	0,3246	0,9239	0,9398	0,8578	-0,4554	0,3452	0,8535	0,8935	0,7772	-0,3081
CHCELVP	0,1237	0,8807	0,9452	0,7937	-0,3166	0,1215	0,8776	0,9436	0,7929	-0,5318	0,1555	0,7945	0,8801	0,7069	-0,3573
CHCELDIG	0,4467	0,7544	0,7229	0,8125	0,2960	0,4458	0,7543	0,7234	0,7927	0,0581	0,4509	0,7125	0,7035	0,7325	0,1047
DIGHCEL	0,0094	-0,5842	-0,6456	-0,4145	0,7130	0,0128	-0,5804	-0,6434	-0,4276	0,8265	-0,0221	-0,5245	-0,5988	-0,3904	0,5744
CEBreal	0,9961	0,5023	0,2963	0,6100	0,4687	0,9956	0,5069	0,3005	0,6004	0,3294	0,9840	0,5804	0,3960	0,6354	0,2377
CEBPM	0,5322	0,9952	0,9646	0,9725	-0,0501	0,5302	0,9947	0,9652	0,9737	-0,2678	0,5776	0,9795	0,9750	0,9371	-0,1617
CEBreal	0,9775	0,3896	0,1777	0,5279	0,5967	0,9779	0,3951	0,1825	0,5188	0,4919	0,9632	0,4781	0,2844	0,5568	0,3425
CEDP	0,6317	0,9677	0,9092	0,9886	0,1345	0,6304	0,9684	0,9107	0,9896	-0,0675	0,6759	0,9708	0,9381	0,9571	-0,0345
METEBcam	0,5083	0,2854	0,1872	0,3101	0,1265	0,5099	0,2898	0,1911	0,3260	0,1370	0,4760	0,2853	0,1999	0,2723	-0,0337
CEMreal	0,9756	0,4168	0,2078	0,5562	0,6039	0,9755	0,4218	0,2121	0,5441	0,4794	0,9652	0,5048	0,3143	0,5855	0,3535
CEMPMreal	0,6503	0,9556	0,8903	0,9854	0,1710	0,6485	0,9560	0,8915	0,9823	-0,0444	0,6946	0,9645	0,9250	0,9588	0,0000
CEMPVreal	0,8218	-0,0381	-0,2529	0,1178	0,6484	0,8235	-0,0317	-0,2479	0,1062	0,6260	0,7841	0,0634	-0,1441	0,1677	0,4334

ANEXO II
Correlações de Pearson existentes entre os principais aspectos estudados no Capítulo II

	CFDN	CFDNPM	CFDNPV	CFDNDIG	DIGFDN	CFDA	CFDAPM	CFDAPV	CFDADIG	DIGFDA	CHCEL	CHCELNPM	CHCELPV	CHCELDIG	DIGHCEL
Original	0,4550	-0,6771	-0,8132	-0,2343	0,7021	0,5200	-0,6172	-0,7744	-0,0239	0,5846	0,3889	-0,7229	-0,8378	-0,4218	0,6653
MANEJ	-0,6620	-0,4411	-0,2852	-0,3929	0,2035	-0,5326	-0,3189	-0,1849	-0,0312	0,2942	-0,7400	-0,4782	-0,3200	-0,5656	0,1189
REP	-0,0711	-0,0722	-0,0538	0,1516	0,2682	-0,0355	-0,0462	-0,0356	0,1213	0,1846	-0,0595	-0,0564	-0,0418	0,1996	0,3212
CMS	0,8836	0,3230	0,1115	0,3879	-0,0201	0,7883	0,2426	0,0427	0,1276	-0,0918	0,9303	0,3273	0,1237	0,4466	0,0093
CMSPM	0,2596	0,8803	0,8480	0,5508	-0,6199	0,1257	0,7578	0,7538	0,1556	-0,5550	0,3545	0,9261	0,8807	0,7543	-0,5841
CMSPV	0,0557	0,8920	0,9130	0,5151	-0,6763	-0,0667	0,7785	0,8274	0,1455	-0,5854	0,1474	0,9407	0,9452	0,7228	-0,6456
CMSDIG	0,3606	0,8213	0,7624	0,6168	-0,4653	0,2309	0,7028	0,6697	0,2035	-0,4504	0,4521	0,8634	0,7937	0,8124	-0,4144
DIGMS	0,4340	-0,1982	-0,3122	0,3165	0,6373	0,4451	-0,1875	-0,3096	0,2139	0,4161	0,4243	-0,2126	-0,3166	0,2959	0,7130
CMO	0,8827	0,3206	0,1095	0,3879	-0,0166	0,7878	0,2404	0,0409	0,1281	-0,0895	0,9287	0,3246	0,1215	0,4457	0,0128
CMOPM	0,2636	0,8782	0,8450	0,5511	-0,6165	0,1294	0,7555	0,7505	0,1553	-0,5533	0,3582	0,9239	0,8776	0,7542	-0,5803
CMOPV	0,0591	0,8911	0,9113	0,5155	-0,6745	-0,0636	0,7772	0,8254	0,1451	-0,5849	0,1507	0,9398	0,9436	0,7233	-0,6433
CMODIG	0,3390	0,8119	0,7586	0,5973	-0,4731	0,2058	0,6881	0,6618	0,1913	-0,4535	0,4329	0,8578	0,7929	0,7926	-0,4275
DIGMO	0,2937	-0,4487	-0,5340	0,1299	0,7884	0,3210	-0,4341	-0,5294	0,1473	0,5716	0,2741	-0,4554	-0,5318	0,0580	0,8265
CEE	0,8142	0,3239	0,1308	0,3462	-0,0760	0,7038	0,2230	0,0459	0,0589	-0,1636	0,8756	0,3452	0,1555	0,4508	-0,0226
CEEPM	0,2952	0,7938	0,7495	0,4758	-0,5898	0,1461	0,6497	0,6367	0,0632	-0,5693	0,4003	0,8535	0,7945	0,7124	-0,5245
CEEPV	0,1121	0,8312	0,8356	0,4607	-0,6581	-0,0287	0,6935	0,7295	0,0632	-0,6091	0,2154	0,8935	0,8801	0,7034	-0,5987
CEEDIG	0,3354	0,7146	0,6583	0,4726	-0,4890	0,1877	0,5697	0,5438	0,0358	-0,5232	0,4407	0,7772	0,7069	0,7324	-0,3903
DIGEE	0,1613	-0,3235	-0,3745	-0,0010	0,4355	0,1623	-0,3317	-0,3850	-0,1140	0,2045	0,1666	-0,3081	-0,3573	0,1046	0,5743
CFDN	1,0000	0,2650	0,0185	0,4542	0,1471	0,9730	0,2720	0,0193	0,3186	0,1337	0,9858	0,2071	-0,0169	0,3566	0,1018
CFDNPM	0,2650	1,0000	0,9683	0,7141	-0,5928	0,1982	0,9684	0,9490	0,4193	-0,4170	0,3093	0,9869	0,9526	0,7786	-0,6451
CFDNPV	0,0185	0,9683	1,0000	0,6292	-0,6461	-0,0431	0,9345	0,9803	0,3581	-0,4612	0,0668	0,9688	0,9922	0,7190	-0,6893
CFDNDIG	0,4542	0,7141	0,6292	1,0000	0,1301	0,4806	0,7817	0,6847	0,8368	0,2513	0,4402	0,6506	0,5781	0,8703	0,0066
DIGFDN	0,1471	-0,5928	-0,6461	0,1301	1,0000	0,2786	-0,4646	-0,5508	0,3764	0,9026	0,0655	-0,6500	-0,6847	-0,1216	0,9217
CFDA	0,9730	0,1982	-0,0431	0,4806	0,2786	1,0000	0,2614	0,0014	0,4380	0,2973	0,9313	0,1163	-0,0976	0,3074	0,1950
CFDAPM	0,2720	0,9684	0,9345	0,7817	-0,4646	0,2614	1,0000	0,9649	0,5790	-0,2442	0,2852	0,9244	0,8942	0,7565	-0,5655
CFDAPV	0,0193	0,9490	0,9803	0,6847	-0,5508	0,0014	0,9649	1,0000	0,4854	-0,3288	0,0432	0,9249	0,9529	0,7039	-0,6331
CFDADIG	0,3186	0,4193	0,3581	0,8368	0,3764	0,4380	0,5790	0,4854	1,0000	0,6350	0,2564	0,3229	0,2808	0,4847	0,0964
DIGFDA	0,1337	-0,4170	-0,4612	0,2513	0,9026	0,2973	-0,2442	-0,3288	0,6350	1,0000	0,0397	-0,4979	-0,5210	-0,1410	0,6719
CHCEL	0,9858	0,3093	0,0668	0,4402	0,0655	0,9313	0,2852	0,0432	0,2564	0,0397	1,0000	0,2760	0,0499	0,4055	0,0475
CHCELNPM	0,2071	0,9869	0,9688	0,6506	-0,6500	0,1163	0,9244	0,9249	0,3229	-0,4979	0,2760	1,0000	0,9731	0,7779	-0,6699
CHCELPV	-0,0169	0,9525	0,9921	0,5781	-0,6847	-0,0975	0,8942	0,9528	0,2808	-0,5210	0,0499	0,9731	1,0000	0,7163	-0,7020
CHCELDIG	0,3566	0,7786	0,7190	0,8703	-0,1216	0,3074	0,7565	0,7039	0,4847	-0,1410	0,4055	0,7779	0,7163	1,0000	-0,0664
DIGHCEL	0,1018	-0,6451	-0,6894	0,0066	0,9217	0,1950	-0,5655	-0,6331	0,0964	0,6719	0,0475	-0,6699	-0,7020	-0,0664	1,0000
CEB	0,8918	0,3162	0,1014	0,3850	-0,0170	0,8003	0,2413	0,0371	0,1345	-0,0847	0,9367	0,3180	0,1115	0,4368	0,0094
CEBPM	0,2826	0,8841	0,8451	0,5623	-0,6155	0,1509	0,7663	0,7547	0,1724	-0,5459	0,3766	0,9271	0,8755	0,7580	-0,5842
CED	0,8807	0,1900	-0,0248	0,3764	0,1506	0,8091	0,1318	-0,0769	0,1654	0,0529	0,9148	0,1870	-0,0176	0,3985	0,1754
CEDPM	0,3699	0,8179	0,7557	0,6182	-0,4631	0,2423	0,7032	0,6664	0,2232	-0,4336	0,4614	0,8584	0,7857	0,7986	-0,4268
METEB	0,4884	0,2648	0,1554	0,2316	-0,0755	0,4458	0,2424	0,1377	0,1623	-0,0272	0,4870	0,2405	0,1408	0,1686	-0,1421
CEM	0,8726	0,2177	0,0052	0,4010	0,1354	0,7988	0,1577	-0,0481	0,1747	0,0374	0,9111	0,2172	0,0138	0,4349	0,1659
CEMPM	0,3925	0,8004	0,7310	0,6232	-0,4366	0,2660	0,6866	0,6420	0,2238	-0,4174	0,4845	0,8408	0,7612	0,8060	-0,3942
CEMPV	0,8368	-0,1961	-0,4105	0,1471	0,4369	0,8243	-0,1990	-0,4205	0,1054	0,3081	0,8252	-0,2239	-0,4203	0,0722	0,4442

ANEXO III
Correlações de Pearson existentes entre os principais aspectos estudados no Capítulo II

	CEB	CEBPM	CED	CEDPM	METEB	CEM	CEMPM	CEMPV
CMS	0,9961	0,5322	0,9775	0,6317	0,5083	0,9756	0,6503	0,8218
CMSPM	0,5023	0,9952	0,3896	0,9677	0,2854	0,4168	0,9556	-0,0381
CMSPV	0,2963	0,9646	0,1777	0,9092	0,1872	0,2078	0,8903	-0,2529
CMSDIG	0,6100	0,9725	0,5279	0,9886	0,3101	0,5562	0,9854	0,1178
DIGMS	0,4687	-0,0501	0,5967	0,1345	0,1265	0,6039	0,1710	0,6484
CMO	0,9956	0,5302	0,9779	0,6304	0,5099	0,9755	0,6485	0,8235
CMOPM	0,5069	0,9947	0,3951	0,9684	0,2898	0,4218	0,9560	-0,0317
CMOPV	0,3005	0,9652	0,1825	0,9107	0,1911	0,2121	0,8915	-0,2479
CMODIG	0,6004	0,9737	0,5188	0,9896	0,3260	0,5441	0,9823	0,1062
DIGMO	0,3294	-0,2678	0,4919	-0,0675	0,1370	0,4794	-0,0444	0,6260
CEE	0,9840	0,5776	0,9632	0,6759	0,4760	0,9652	0,6946	0,7841
CEEPM	0,5804	0,9795	0,4781	0,9708	0,2853	0,5048	0,9645	0,0634
CEEPV	0,3960	0,9750	0,2844	0,9381	0,1999	0,3143	0,9250	-0,1441
CEEDIG	0,6354	0,9371	0,5568	0,9571	0,2723	0,5855	0,9588	0,1677
DIGEE	0,2377	-0,1617	0,3425	-0,0345	-0,0337	0,3535	0,0000	0,4334
CFDN	0,8918	0,2826	0,8807	0,3699	0,4884	0,8726	0,3925	0,8368
CFDNPM	0,3162	0,8841	0,1900	0,8179	0,2648	0,2177	0,8004	-0,1961
CFDNPV	0,1014	0,8451	-0,0248	0,7557	0,1554	0,0052	0,7310	-0,4105
CFDNDIG	0,3850	0,5623	0,3764	0,6182	0,2316	0,4010	0,6232	0,1471
DIGFDN	-0,0170	-0,6155	0,1506	-0,4631	-0,0755	0,1354	-0,4366	0,4369
CFDA	0,8003	0,1509	0,8091	0,2423	0,4458	0,7988	0,2660	0,8243
CFDAPM	0,2413	0,7663	0,1318	0,7032	0,2424	0,1577	0,6866	-0,1990
CFDAPV	0,0371	0,7547	-0,0769	0,6664	0,1377	-0,0481	0,6420	-0,4205
CFDADIG	0,1345	0,1724	0,1654	0,2232	0,1623	0,1747	0,2238	0,1054
DIGFDA	-0,0847	-0,5459	0,0529	-0,4336	-0,0272	0,0374	-0,4174	0,3081
CHCEL	0,9367	0,3766	0,9148	0,4614	0,4870	0,9111	0,4845	0,8252
CHCELNPM	0,3180	0,9271	0,1870	0,8584	0,2405	0,2172	0,8408	-0,2239
CHCELPV	0,1115	0,8755	-0,0176	0,7857	0,1408	0,0138	0,7612	-0,4203
CHCELDIG	0,4368	0,7580	0,3985	0,7986	0,1686	0,4349	0,8060	0,0722
DIGHCEL	0,0094	-0,5842	0,1754	-0,4268	-0,1421	0,1659	-0,3942	0,4442
CEB	1,0000	0,5235	0,9820	0,6255	0,4947	0,9805	0,6453	0,8270
CEBPM	0,5235	1,0000	0,4112	0,9773	0,2819	0,4389	0,9666	-0,0211
CED	0,9820	0,4112	1,0000	0,5452	0,4728	0,9959	0,5686	0,8955
CEDPM	0,6255	0,9773	0,5452	1,0000	0,3120	0,5718	0,9954	0,1281
METEB	0,4947	0,2819	0,4728	0,3120	1,0000	0,4105	0,2521	0,3806
CEM	0,9805	0,4389	0,9959	0,5718	0,4105	1,0000	0,6017	0,8779
CEMPM	0,6453	0,9666	0,5686	0,9954	0,2521	0,6017	1,0000	0,1585
CEMPV	0,8270	-0,0211	0,8955	0,1281	0,3806	0,8779	0,1585	1,0000

ANEXOS IV



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL
- C E T E A -

CERTIFICADO

Certificamos que o **Protocolo nº 197/2010**, relativo ao projeto intitulado "**Composição corporal e exigências nutricionais de fêmeas Santa Inês do desmame à puberdade**", que tem como responsável(is) **Iran Borges**, está(ão) de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal, adotados pelo **Comitê de Ética em Experimentação Animal (CETEA/UFMG)**, tendo sido aprovado na reunião de **1/ 12/2010**.

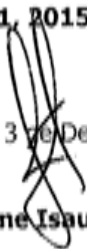
Este certificado expira-se em **1/ 12/ 2015**.

CERTIFICATE

We hereby certify that the **Protocol nº 197/2010**, related to the project entitled "**Body composition na nutrient requirements of Santa Ines ewes from weaning to puberty**", under the supervisors of **Iran Borges**, is in agreement with the Ethical Principles in Animal Experimentation, adopted by the **Ethics Committee in Animal Experimentation (CETEA/UFMG)**, and was approved in **December 1, 2010**.

This certificate expires in **December 1, 2015**.

Belo Horizonte, 3 de Dezembro de 2010.


Profª. Jacqueline Isaura Alvarez-Leite
Coordenadora do CETEA/UFMG

Universidade Federal de Minas Gerais
Avenida Antônio Carlos, 6627 - Campus Pampulha
Unidade Administrativa II - 2º Andar, Sala 2005
31270-901 - Belo Horizonte, MG - Brasil
Telefone: (31) 3499-4516
www.ufmg.br/bioetica/cetea - cetea@prpq.ufmg.br