

Predição da composição física e química da carcaça de borregas pela seção da 9^a a 11^a costelas ou 12^a costela

Prediction of physical and chemical composition carcass of ewe lambs by 9-11th ribs section or 12th rib

MENEZES, Bruna Biava de¹; RIBEIRO, Caroline Bertoline¹; WALKER, Catherine Cecília¹; MELO, Gleice Kelli Ayarden de¹; SOUZA, Andréa Roberto Duarte Lopes^{2*}; FERNANDES, Henrique Jorge³; FRANCO, Gumercindo Loriano³; MORAIS, Maria da Graça³

¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

²Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Campo Grande, Mato Grosso do Sul, Brasil.

³Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Departamento de Zootecnia, Aquidauana, Mato Grosso do Sul, Brasil.

*Endereço para correspondência: andreardl_dagher@yahoo.com.br

RESUMO

Objetivou-se ajustar e avaliar modelos para predição da composição física e química corporal de borregas a partir de medidas obtidas da seção da 9^a à 11^a costelas (seção 9-11) ou da 12^a costela. Foram confinadas em baias individuais 36 borregas mestiças alimentadas com níveis crescentes de concentrado (0; 20; 40; 60 e 80%) até atingirem $37,70 \pm 10,23$ kg para o abate. No abate, a meia-carcaça direita de cada animal foi dissecada para determinação da proporção de músculo (PMC), gordura (PGC), osso (POC), proteína bruta (PPBC) e extrato etéreo (PEEC). A seção 9-11 e a 12^a costela foram obtidas na meia-carcaça esquerda com objetivo similar. Os modelos para predição foram ajustados como possíveis variáveis preditoras a PMC, PGC, POC, PPBC e PEEC na seção 9-11 (PM9-11, PG9-11, PO9-11, PPB9-11 e PEEC9-11, respectivamente) ou na 12^a costela (PM12, PG12, PO12, PPB12 e PEE12, respectivamente). Foi observada correlação positiva entre a PM9-11 e PMC ($r = 0,69$; $P < 0,001$). A PG9-11 foi correlacionada com a PGC ($r = 0,93$; $P < 0,001$). A PO9-11 foi positivamente correlacionada com a POC ($r = 0,92$; $P < 0,001$). A PG12 gerou modelo acurado para a predição da PGC ($R^2 = 0,92$; $P < 0,001$). A equação de predição para estimativa da POC a partir da PO9-11 foi mais precisa e acurada

($R^2 = 0,86$; $P < 0,001$) em relação à PO12 ($R^2 = 0,55$). É possível gerar modelos de predição de componentes físicos e químicos corporais de borregas a partir da seção 9-11 e 12^a costela.

Palavras-chaves: componentes corporais, modelos, ovinos

SUMMARY

The objective of to adjust and evaluate models for prediction the physical and chemical body composition of ewe lambs from measurements of the section 9-11th rib (section 9-11) or the 12th rib. Thirty-six lambs were confined in individual stalls fed with increasing levels of concentrate (0; 20; 40; 60 and 80%) to reach 37.70 ± 10.23 kg to slaughter. At slaughter, the right half carcass of each animal was dissected to determine the proportion of muscle (PCM), fat (PCF), bone (PCB), crude protein (PCCP) and ether extract (PCEE). Section 9-11 and 12th rib were obtained in the left half carcass for a similar purpose. The models to prediction were adjusted as possible predictor variables PCM, PCF, PCB, and PCCP and PCEE in section 9-11 (PM9-11, PF9-11, PB9-11, PCB9-11 and PCEE9-11, respectively) or 12th rib (PM12, PF12, PO12, PCB12 and PEE12, respectively). Positive correlation was observed between

PM9-11 and PCM ($r = 0.69$; $P < 0.001$). The PF9-11 was correlated with PFC ($r = 0.93$, $P < 0.001$). PO9-11 was positively correlated with PCB ($r = 0.92$, $P < 0.001$). The PF12 generated accurate model for predicting the PCF ($R^2 = 0.92$, $P < 0.001$). Prediction equation for estimating of PCB from PB9-11 was more precise and accurate ($R^2 = 0.86$, $P < 0.001$) than PB12 ($R^2 = 0.55$). It is possible generate models predicting of body physical and chemical components of ewes lambs from section 9-11 and 12th rib.

Keywords: body components, models, sheep

INTRODUÇÃO

A forma mais precisa de determinação da composição química do animal é a moagem completa de todos os constituintes corporais. Porém, este protocolo experimental exige elevados investimentos em mão de obra, equipamentos e análises laboratoriais, além de ser um método que destrói completamente a carcaça.

Assim, é preferível utilizar o método de avaliação proposto por Hankins & Howe (1946), através da análise da 9^o à 11^o costelas (seção 9-11), pois além de ser um método não destrutivo, apresenta elevados valores de correlação entre os teores de proteína, gordura e cinza do corte (0,83; 0,91 e 0,53, respectivamente) e a composição do corpo vazio, com equações de predição acuradas.

Outro método de avaliação da composição tecidual para evitar a dissecação completa da carcaça seria através da análise da 12^a costela. Além de reduzir os custos com análises laboratoriais, como o método da seção 9-11, proporciona agilidade no processamento das amostras, devido à menor demanda de tecidos para avaliação (MENEZES et al., 2008).

Os dados disponíveis na literatura sobre os diferentes métodos de determinação da composição corporal são utilizados

para gerar equações de predição para interpretação biológica, a fim de evitar o abate dos animais. Porém, as equações disponíveis são aplicáveis para populações específicas, que variam entre sexo, raças e grupos genéticos.

Apesar dos diversos estudos, são escassas avaliações de metodologias de análise da composição corporal para obtenção de modelos acurados de predição da proporção de gordura, músculos, ossos, extrato etéreo e proteína bruta de borregas criadas em condições brasileiras. A carne é a principal fonte de proteína de alimentação humana e a avaliação da composição da carcaça pode gerar informações relevantes para comercialização do produto, pois são variáveis relacionadas ao rendimento e à qualidade dos cortes (SOUZA et al., 2008).

Logo, gerar modelos de aplicação prática a partir de métodos que estimem a composição corporal de forma acurada é fundamental, especialmente para determinação da energia retida na carcaça e exigências líquidas de ganho, pois esta ferramenta evitaria o abate e a destruição completa da carcaça dos animais para obtenção de informações.

O objetivo foi ajustar e avaliar modelos para predição da composição física e química corporal de borregas a partir de medidas obtidas da seção da 9^a à 11^a costelas (seção 9-11) ou da 12^a costela.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), localizada em Campo Grande-MS, no período de agosto a dezembro de 2009. Foram avaliadas 36 borregas lanadas, oriundas de cruzamentos com ovinos da raça

Texel, com peso corporal inicial de $24,55 \pm 3,26$ kg e 6 ± 1 meses de idade. Seis animais foram abatidos no início do experimento como representantes da composição corporal desta fase de vida e os demais animais foram distribuídos aleatoriamente em cinco tratamentos: 0; 20; 40; 60 e 80% de concentrado. As variações nos pesos de abate e nas dietas foram utilizadas para aumentar a variabilidade do banco de dados e torná-lo mais abrangente e representativo para aplicação em diferentes sistemas de produção.

As dietas (Tabela 1) foram formuladas de acordo com o NRC (2007) para ovinos com ganhos de peso de 0; 100; 150; 200 e 250g/dia para os níveis de concentrado de 20, 40, 60 e 80%. A

fonte de volumoso utilizada foi feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon spp.*) moído em peneira de 1 cm. As borregas do tratamento com 0% de concentrado receberam somente com feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon spp.*) visando a manutenção do peso corporal.

Ao final do período experimental, os animais foram pesados após 18 horas de jejum de sólidos, para obtenção do peso corporal ao abate. Todos os animais foram abatidos quando os animais do tratamento com 80% de concentrado atingiram peso corporal em jejum de 48,0kg. Os animais foram abatidos no Laboratório de Avaliação de Carcaças da Embrapa Gado de Corte, localizado em Campo Grande - MS.

Tabela 1. Composição química das dietas experimentais, em base na matéria seca

Composição química	Dietas (Níveis de concentrado)				
	0%	20%	40%	60%	80%
Matéria seca (%)	92,4	91,98	91,58	91,18	90,78
Matéria orgânica (%)	93,8	93,83	93,88	93,94	93,99
Proteína Bruta (%)	10,7	20,76	21,98	23,21	24,44
Extrato etéreo (%)	2,33	2,44	2,54	2,65	2,76
Fibra em detergente neutro (%)	77,0	67,66	58,35	49,04	39,73
Fibra em detergente ácido (%)	41,6	34,40	27,21	20,02	12,84
N insolúvel em detergente neutro (%)	8,7	0,84	0,80	0,77	0,74
N insolúvel em detergente ácido (%)	2,3	0,22	0,21	0,20	0,19
Lignina (%)	5,2	4,25	3,30	2,36	1,41
Carboidrato não fibroso ¹ (%)	3,7	10,06	16,43	22,80	29,17

1: Estimado pela equação de Hall (2000): $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivada da uréia} + \% \text{ de uréia}) + \%FDNcp + \%EE + \%cinzas]$, onde CNF é carboidrato não fibroso, PB é a proteína bruta, FDNcp é a fibra em detergente neutro corrigida para proteína e EE é o extrato etéreo.

No abate, os animais foram insensibilizados por concussão cerebral com pistola de dardo cativo e a sangria foi realizada com o corte da carótida e da jugular. Na sequência, foi efetuada a esfolia, evisceração, separação e pesagem de cabeça e patas. Após a evisceração, o trato gastrointestinal e bexiga foram pesados cheios,

esvaziados, lavados e pesados novamente para o cálculo do peso do corpo vazio (PCVZ).

Durante o abate, foram separados e pesados gordura do omento e mesentério, gordura inguinal, perirenal e pélvica. Os órgãos internos, trato gastrointestinal, sangue, pele e lã também foram pesados e amostrados para

avaliação da composição química corporal. As carcaças foram divididas em duas metades, pesadas para obtenção do peso da carcaça quente (PCQ) e resfriadas em câmara fria a -4°C por 24 horas. Após a refrigeração, as meia-carcaças foram pesadas para obtenção do peso da carcaça fria.

A meia-carcaça direita foi totalmente dissecada em músculos, gordura e ossos para determinação do peso (kg) de cada componente. Em seguida, músculos e gordura foram moídos em moedores de carne, identificados e congelados separadamente para posteriores análises. Os ossos da carcaça foram serrados com serra fita em pequenos pedaços, assim como a cabeça e os pés (ambos serrados com seus tecidos moles), amostrados, identificados, pesados e armazenados.

Na meia carcaça-esquerda foi coletada a seção 9-11 (compreende da 9ª à 11ª costela) e a 12ª costela. A seção 9-11 foi coletada conforme procedimento descrito por Hankins & Howe (1946) e a 12ª costela conforme Menezes et al. (2008). Em ambos os métodos, as amostras foram dissecadas para pesagem dos componentes (músculos, gorduras e ossos), cálculo da % de músculos, gordura e ossos ((kg do componente/ kg da secção 9-11 ou 12ª costela)*100) e estimativa da porcentagem de tecidos adiposos da carcaça, tecidos adiposos viscerais (gordura do omento e mesentério, gordura inguinal, perirenal e pélvica) e de tecidos adiposos totais no corpo vazio (kg de gordura corporal/ kg da secção 9-11 ou 12ª costela)*100).

As amostras de cada componente corporal foram pré-secas em estufa de ventilação forçada à 65°C por 72 horas. Posteriormente, foram pré-desengorduradas com éter de petróleo e processadas em moinho de bola com peneira de 1 mm para posteriores análises. Todas as amostras foram

analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS) (método 934.01), proteína bruta (PB) (método 954.01) e extrato etéreo (EE) (método 920.39), de acordo com AOAC (1990).

Para predição da porcentagem de músculo, gordura, osso, proteína bruta e extrato etéreo da carcaça de borregas foram ajustados modelos utilizando-se como possíveis variáveis preditoras os teores de cada uma destas características na seção da 9ª à 11ª costela ou da 12ª costela. Os animais que não possuísem informação de qualquer uma das variáveis preditoras a serem testadas foram retirados da análise. De forma semelhante, aqueles que não possuíam dados de alguma variável predita, foram retirados da análise daquela variável.

O ajuste de todos os modelos e seleção de variáveis foi realizado utilizando-se o procedimento (PROC) REG e o estudo de correlação entre as variáveis foi realizado pelo procedimento CORR do SAS v 9.3 (SAS, 2012). Os outliers foram testados pela avaliação dos resíduos studentizados em relação aos valores preditos pelo modelo. Quando os resíduos se apresentaram fora da faixa de -2,5 a 2,5 foram removidos.

A avaliação da adequação dos modelos foi realizada conforme sugestões de Tedeschi (2006). Foi estimada a regressão linear dos dados observados pelos dados preditos por cada modelo e avaliados o coeficiente de determinação (R^2) e o teste F simultâneo para identidade dos parâmetros ($\beta_0 = 0$ e $\beta_1 = 1$). Outros critérios utilizados foram o coeficiente de correlação e concordância (CCC), a raiz quadrada do quadrado médio do erro da predição (RQMEP) e a partição do quadrado médio do erro de predição em vício médio, vício sistemático e erro aleatório.

Na comparação entre os modelos quanto à acurácia das predições foram utilizadas

a análise do quadrado médio do erro da predição pareado (WALLACH & GOFFINET, 1989) e para a comparação quanto à precisão, utilizou-se o Critério Delta de Informação de Akaike (BURNHAM & ANDERSON, 2002). Os cálculos das estatísticas de avaliação e comparação de modelos foram efetuados utilizando-se o MES - Model Evaluation System (<http://nutritionmodels.tamu.edu/mes.htm>, College Station, TX, USA; TEDESCHI, 2006). O nível de significância de 5% foi adotado em todos os procedimentos estatísticos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As medidas corporais observadas caracterizam fêmeas em crescimento e próximas do peso adulto, aptas para entrarem em reprodução (Tabela 2). Foi possível observar valores elevados de desvio padrão de cada característica, particularmente o peso corporal em jejum e peso do corpo vazio. Este resultado era esperado, uma vez que os diferentes níveis de concentrado de cada dieta resultaram em desempenhos e pesos ao abate distintos (RIBEIRO, 2011) e originou um banco de dados robusto e diversificado.

Tabela 2. Médias e desvios padrão das variáveis utilizadas no ajuste dos modelos

Variável	Característica	N	Média	Desvio Padrão
Pvj	Peso Corporal Jejum, kg	35	34,75	11,545
Pcvz	Peso de Corpo Vazio, kg	35	28,77	11,305
Mc	Músculos da carcaça, kg	35	7,95	2,841
Gc	Gordura da Carcaça, kg	35	4,82	3,305
Oc	Ossos da Carcaça, kg	35	2,15	0,556
EEC	Extrato Etéreo Corporal, kg	35	7,25	4,610
PBC	Proteína Bruta Corporal, kg	35	5,15	1,733
GC	Gordura Corporal, kg	35	6,50	4,451
M9-11	Músculo da 9ª à 11ª Costelas, kg	35	0,101	0,048
G9-11	Gordura da 9ª à 11ª Costelas, kg	35	0,101	0,078
O9-11	Ossos da 9ª à 11ª Costelas, kg	35	0,035	0,014
M12	Músculo da 12ª Costela, kg	35	0,043	0,023
G12	Gordura da 12ª Costela, kg	35	0,057	0,047
O12	Ossos da 12ª Costela, kg	35	0,018	0,012
PMC	Porcentagem de Músculos da Carcaça, %	35	55,7	6,1
PGC	Porcentagem de Gordura da Carcaça, %	35	28,2	10,0
POC	Porcentagem de Osso da Carcaça, %	35	16,1	4,4
PEEC	Porcentagem de Extrato Etéreo Corporal, %	35	22,6	7,3
PPBC	Porcentagem de Proteína Bruta Corporal, %	35	18,5	2,0
PGC	Porcentagem de Gordura Corporal, %	35	19,6	8,0
PO9-11	Porcentagem de Ossos da 9ª à 11ª Costelas, %	35	17,0	6,9
PM9-11	Porcentagem de Músculo da 9ª à 11ª Costelas, %	35	45,8	8,5
PG9-11	Porcentagem de Gordura da 9ª à 11ª Costelas, %	35	36,1	13,7
PPB9-11	Porcentagem de Proteína Bruta da 9ª à 11ª Costelas, %	34	31,2	10,1
PEE9-11	Porcentagem de Extrato Etéreo da 9ª à 11ª Costelas, %	35	56,4	15,0
PO12	Porcentagem de Osso da 12ª Costela, %	33	19,3	13,2
PM12	Porcentagem de Músculos da 12ª Costela, %	35	40,6	11,7
PG12	Porcentagem de Gordura da 12ª Costela, %	35	39,9	15,7
PPB12	Porcentagem de Proteína Bruta da 12ª Costela, %	34	30,1	11,8
PEE12	Porcentagem de Extrato Etéreo da 12ª Costela, %	34	58,4	17,5

N: número de repetições.

A variação observada para peso corporal em jejum possivelmente contribuiu para os altos valores de desvio padrão de características associadas à composição das carcaças. Segundo o NRC (2007), animais com maior peso apresentam maiores proporções de músculos e gordura na carcaça em relação aos animais menores, pois são tecidos depositados continuamente até o peso adulto. Quando o animal é alimentado com altos níveis de concentrado e energia, ocorre aumento da velocidade de ganho de peso, deposição da gordura e peso corporal final.

Estes resultados corroboram com os obtidos por Medeiros et al. (2008) quando avaliaram diferentes níveis de

energia na dieta de cordeiros e observaram redução da proporção de músculo e um aumento da deposição de gordura na seção 9-11 de animais com maior ganho de peso e peso corporal ao abate.

Por outro lado, os valores de desvio padrão para porcentual de ossos foi baixo, provavelmente em função dos animais apresentarem idade e peso ao abate próximo tamanho adulto, fase em que ósseo crescimento está estagnado, em função de possuir desenvolvimento precoce em relação ao tecido muscular e adiposo.

Foi observada correlação positiva entre a porcentagem de músculo da seção 9-11 (PM9-11) e a porcentagem de músculo da carcaça (PMC) (Tabela 3).

Tabela 3. Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis utilizadas no ajuste dos modelos

Variáveis	PMC	PGC	POC	PEEC	PPBC
PM9-11	0,692***	- 0,687***	0,596***	- 0,719***	0,596***
PM12	0,593***	- 0,616***	0,573***	- 0,555***	0,287ns
PG9-11	- 0,868***	0,931***	-0,907***	0,912***	- 0,690***
PG12	- 0,908***	0,969***	-0,936***	0,939***	- 0,759***
PO9-11	-	-	0,923***	-	-
PO12	-	-	0,655***	-	-

PMC é a porcentagem de músculo da carcaça; PM9-11 é a porcentagem de músculo da seção da 9^a à 11^a costela; PM12 é a porcentagem de músculo da 12^a costela; PGC é a porcentagem de gordura na carcaça; PG9-11 é a porcentagem de gordura na seção da 9^a à 11^a costela; PG12 é a porcentagem de gordura da 12^a costela; POC é a porcentagem de osso na carcaça; PO9-11 é a porcentagem de osso na seção da 9^a à 11^a costela; PO12 é a porcentagem de osso na 12^a costela; PEEC é a porcentagem de extrato etéreo no corpo; PEE9-11 é a porcentagem de extrato etéreo na seção da 9^a à 11^a costela; PEE12 é a porcentagem de extrato etéreo na 12^a costela.

***($p < 0,001$); **($p < 0,01$); *($p < 0,05$); ns: não significativo.

A PG9-11 também foi positiva e significativamente correlacionada com a porcentagem de gordura da carcaça (PGC) ($r = 0,93$; $P < 0,001$). Esses resultados indicam que as variáveis possuem uma forte relação entre si e são interessantes para compor modelos de predição da porcentagem de músculo e gordura na carcaça.

No caso da porcentagem de ossos da carcaça (POC), a correlação foi maior com PO9-11 em relação à PO12 (0,92 vs 0,65, respectivamente). Assim, a seção 9-11 parece ser mais eficiente para gerar modelos de predição de porcentagem de ossos na carcaça quando comparada à 12^a costela.

A porcentagem de gordura da seção 9-11 (PG9-11) e a porcentagem de gordura da 12ª costela (PG12) foram negativamente correlacionadas com a PMC ($P < 0,001$). O mesmo foi observado em relação às POC ($P < 0,001$). Estes resultados eram esperados, pois com o aumento do peso corporal, ocorre aumento da proporção de gordura e redução da proporção de músculo e ossos.

Esta relação negativa não está associada à menor quantidade, mas sim à diminuição da proporção destes tecidos na carcaça em relação ao total de tecidos, que ainda se encontra em crescimento acelerado (devido à deposição de gordura), à medida que o animal se aproxima do peso adulto. Essas considerações estão de acordo com relatos da literatura (WOLF et al., 2006; PIOLA JUNIOR et al., 2009; OSÓRIO et al., 2012).

A porcentagem de músculo na seção 9-11 (PM9-11) foi positivamente correlacionada a porcentagem de proteína bruta na carcaça (PPBC) ($P < 0,001$). Não foi observada correlação entre porcentagem de músculo na 12ª costela (PM12) e PPBC ($P > 0,10$). A correlação entre a PG9-11 e PG12 com a porcentagem de extrato etéreo na carcaça (PEEC) foi positiva ($P < 0,001$). Estas relações positivas eram esperadas, uma

vez que a proteína bruta e o extrato etéreo são componentes químicos que aumentam proporcionalmente com o crescimento e deposição do tecido muscular e adiposo, respectivamente.

As variáveis PM9-11 e PM12 foram negativamente correlacionadas com a PEEC ($P < 0,001$), ou seja, quanto maior a deposição de tecido muscular nas seções avaliadas, menor a deposição de extrato etéreo. O tecido muscular é constituído por 74% de água, 19 % de proteína, 5,36% de gordura e 5,15% de cinzas (PINHEIRO et al. 2008) e quanto maior sua participação na composição corporal, menor a deposição total de gordura por estar presente em menor proporção no ganho de tecido muscular. De forma semelhante, a correlação entre PG9-11 e PG12 com a PPBC também foi negativa ($P < 0,001$). Quando ocorre estabilização do crescimento de tecido muscular e aumento da deposição de tecido adiposo, a porcentagem de proteína corporal depositada diminui em relação ao contínuo crescimento do tecido adiposo.

Foram ajustados dois modelos para predição do teor de cada um dos componentes da carcaça (músculos, gordura, ossos), baseados na composição destes componentes na seção 9-11 na 12ª costela (Tabela 4).

Tabela 4. Modelos de avaliação da adequação dos modelos de predição da porcentagem de músculos, gordura e ossos da carcaça

Modelos ¹
Equação 1: $PM9-11, \% = 0,283 (\pm 0,035)^{***} + 0,585 (\pm 0,076)^{***} \times PM9-11$
Equação 2: $PM12, \% = 0,435 (\pm 0,030)^{***} + 0,292 (\pm 0,072)^{**} \times PM12$
Equação 3: $PG9-11, \% = 0,042 (\pm 0,016)^* + 0,674 (\pm 0,042)^{***} \times PG9-11$
Equação 4: $PG12, \% = 0,044 (\pm 0,009)^{***} + 0,606 (\pm 0,022)^{***} \times PG12$
Equação 5: $PO9-11, \% = 0,064 (\pm 0,007)^{***} + 0,55 (\pm 0,041)^{***} \times PO9-11$
Equação 6: $PO12, \% = 0,118 (\pm 0,009)^{***} + 0,203 (\pm 0,042)^{***} \times PO12$

¹Modelos: PMC, % é a porcentagem de músculo da carcaça; PM9-11 é a porcentagem de músculo da seção da 9ª à 11ª costela; PM12 é a porcentagem de músculo da 12ª costela; PGC, % é a porcentagem de gordura na carcaça; PG9-11 é a porcentagem de gordura na seção da 9ª à 11ª costela; PG12 é a porcentagem de gordura da 12ª costela; POC, % é a porcentagem de osso na carcaça; PO9-11 é a porcentagem de osso na seção da 9ª à 11ª costela; PO12 é a porcentagem de osso na 12ª costela.

A avaliação dos modelos de predição de todos os componentes de carcaça (Tabela 4) foi testada quanto à acurácia e a precisão (Tabela 5). A comparação dos modelos para predição da PMC indicou similaridade entre os modelos

quanto à acurácia e precisão ($P > 0,10$; Eq. [1] e [2], Tabelas 4 e 5), ou seja, tanto a seção 9-11 quanto a 12ª costela são variáveis capazes de predizer a porcentagem de músculo na carcaça com igual acurácia e predição.

Tabela 5. Estatísticas de avaliação da adequação dos modelos de predição da porcentagem de músculos, gordura e ossos da carcaça

Modelos ¹	R ²	Valor P	CCC	RQMEP	Partição do QMEP		
					VM	VS	EA
Equação 1	0,759	0,510	0,67	0,044	1,17	2,83	96,00
Equação 2	0,618	0,884	0,50	0,048	0,57	0,18	99,25
Equação 3	0,953	0,861	0,93	0,036	0,84	0,05	99,10
Equação 4	0,987	0,635	0,97	0,024	2,18	0,54	97,28
Equação 5	0,862	0,990	0,92	0,015	0,00	0,00	100,0
Equação 6	0,554	0,990	0,60	0,03	0,00	0,00	100,0

¹Modelos: Tabela 4; Estatísticas: R² = coeficiente de determinação, P = probabilidade associada ao Teste F para a identidade dos parâmetros, da regressão dos dados observados pelos preditos, CCC = coeficiente de concordância de correlação, RQMEP = raiz quadrada do quadrado médio do erro de predição, QMEP = quadrado médio do erro da predição, VM = vício médio; VS = vício sistemático; EA = erro aleatório ***($p < 0,001$); **($p < 0,01$); *($p < 0,05$); ns: não significativo.

Os valores P de ambas as equações foram maiores que o nível de significância adotado ($P > 0,05$) indicando que os valores preditos foram próximos aos observados. A decomposição do quadrado médio do erro de predição evidencia que a maior parte do erro nas predições Eq. [1] e [2] é de origem aleatória, não sendo possíveis maiores adequações dos modelos. Como o modelo para predição de músculo a partir da 12ª costela apresenta menor trabalho para obtenção e os modelos mostraram-se semelhantes, seria recomendado utilizar este modelo para predição da porcentagem de músculo na carcaça.

A comparação dos modelos para predição da PGC indicou maior precisão e acurácia ($P < 0,10$) quando utilizada a 12ª costela (Eq. [4], Tabelas 4 e 5). Os valores de R², CCC e RQMEP foram semelhantes e a decomposição do quadrado médio do erro de predição evidencia que a maior

parte do erro nas predições de PGC (Eq. [3] e [4]) é de origem aleatória (Tabela 5). Logo o uso da 12ª costela para estimativa da PGC é recomendado.

O modelo de predição de POC a partir da seção 9-11 (Eq. [5]; $P < 0,001$) foi mais acurado e preciso em relação ao modelo estimado pela 12ª costela (Eq. [6]; Tabelas 4 e 5). Isso é um reflexo da alta correlação entre as variáveis PO9-11 e POC em relação à PO12. O valor-P foi próximo à 1 em todos os modelos, ou seja, os valores preditos foram próximos aos observados para ambos. A decomposição do quadrado médio do erro de predição mostra que 100% dos erros das predições de ambos os modelos são de origem aleatória. No entanto, o valor de CCC foi bem maior para o modelo da seção 9-11.

Isto reforça a indicação deste modelo para predição da porcentagem de ossos na carcaça. Silva et al. (2007)

estimaram a composição da carcaça de ovelhas a partir de medidas obtidas no músculo *Longissimus thoracis* por ultrasonografia e obtiveram valores de $R^2 = 0,54$ à $0,61$ ao estimarem a PMC e valores de R^2 entre $0,55$ e $0,62$ para estimar a PGC. Os coeficientes de determinação para as equações de PMC são próximos aos observados no presente trabalho, porém os valores para estimativa da PGC foram inferiores. Isto

se deve, provavelmente, ao fato das medidas terem sido obtidas por ultrassom, método menos preciso que as medidas obtidas na carcaça.

Também foram ajustados dois modelos para predição do teor de extrato etéreo e proteína bruta da carcaça das borregas, baseados na composição destes componentes na seção 9-11 na 12^a costela (Tabelas 6).

Tabela 6. Modelos de avaliação da adequação dos modelos de predição do teor de extrato etéreo e proteína bruta gordura da carcaça

Modelos ¹
Equação 1: PEEC,% = $0,405 (\pm 0,009)^{***}$ x PEE9-11
Equação 2: PEEC,% = $0,389 (\pm 0,009)^{***}$ x PEE12
Equação 3: PPBC,% = $0,141 (\pm 0,009)^{***} + 0,138 (\pm 0,026)^{***}$ x PPB9-11
Equação 4: PPBC,% = $0,149 (\pm 0,007)^{***} + 0,118 (\pm 0,023)^{***}$ x PPB12

¹Modelos: PEEcorp,% é a porcentagem de extrato etéreo no corpo; PEE9-11 é a porcentagem de extrato etéreo na seção da 9^a à 11^a costela; PEE12 é a porcentagem de extrato etéreo na 12^a costela.

A acurácia e precisão dos modelos de predição da porcentagem de extrato etéreo no corpo a partir da porcentagem de extrato etéreo da seção 9-11 e 12^a costela foram similares, ou seja, ambos os modelos são capazes de predizer de forma semelhante o extrato etéreo no corpo de borregas (Tabela 7).

A decomposição do quadrado médio do erro de predição (Tabela 7) evidencia que a maior parte do erro nas predições Eq. [1] e [2] da Tabela 6 é de origem aleatória. Além dos modelos terem sido acurados e precisos de forma semelhante, também os valores dos critérios de avaliação foram semelhantes.

Tabela 7. Estatísticas de avaliação da adequação dos modelos de predição do teor de extrato etéreo e proteína bruta gordura da carcaça

Modelos ¹	R ²	Valor - P	CCC	RQMEP	Partição do QMEP		
					VM	VS	EA
Equação 1	0,813	0,473	0,904	0,029	0,28	4,30	95,42
Equação 2	0,768	0,986	0,912	0,029	0,01	0,08	99,91
Equação 3	0,690	0,999	0,642	0,015	0,00	0,00	100,0
Equação 4	0,567	0,999	0,630	0,015	0,00	0,00	100,0

¹Modelos: Tabela 6; Estatísticas: R² = coeficiente de determinação, P = probabilidade associada ao Teste F para a identidade dos parâmetros, da regressão dos dados observados pelos preditos, CCC = coeficiente de concordância de correlação, RQMEP = raiz quadrada do quadrado médio do erro de predição, QMEP = quadrado médio do erro da predição, VM = vício médio; VS = vício sistemático; EA = erro aleatório

***($p < 0,001$); **($p < 0,01$); *($p < 0,05$); ns: não significativo.

Assim, é possível utilizar qualquer um dos modelos para predição, devendo-se optar pelo de mais fácil implementação. Quando avaliaram a composição corporal a partir da seção 9-11 de cabras 3/4 Boer x 1/4 Saanen, Fernandes et al. (2008) também observaram moderada acurácia e precisão na predição do extrato etéreo a partir dos dados de composição corporal obtidos na carcaça.

O modelo de predição da porcentagem de proteína bruta no corpo estimado a partir da seção 9-11 foi acurado e preciso ($P > 0,001$; Eq. [3] e [4], Tabelas 6 e 7). O valor-P de ambos os modelos foram próximos de 1, ou seja, os valores preditos foram muito próximos aos observados. A decomposição do quadrado médio do erro de predição indicou que 100% dos erros das predições dos modelos foram de origem aleatória.

Como todas as variáveis de avaliação dos modelos de predição da proteína bruta do corpo foram semelhantes, tanto os dados obtidos da seção 9-11 quanto a 12ª costela geram modelos capazes de prever com boa acurácia e precisão a porcentagem de extrato etéreo e proteína bruta do corpo de borregas.

Assim, a predição das proporções de músculo e gordura da carcaça de borregas pode ser realizada a partir da 12ª costela. Porém, caso o enfoque seja a determinação do percentual de osso, a seção 9-11 deve ser priorizada. Para determinação da proporção de extrato etéreo e proteína bruta, a seção 9-11 ou a 12ª costela podem ser utilizadas.

Logo, é possível gerar modelos de predição de componentes físicos e químicos corporais de borregas a partir de dados obtidos na seção 9-11 e na 12ª costela. A escolha de qual metodologia abordar dependerá basicamente dos objetivos, custos e disponibilidade de mão de obra para dissecação dos cortes.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis**. 15th edition, Arlington: Virginia, USA. 1990. 1141p.
- BURNHAM, K.P.; ANDERSON, D.R. **Model selection and multimodel inference: a practical information-theoretic approach**. 2.ed. New York: Springer-Verlag, 2002. 488p.
- FERNANDES, M.H.M.R.; RESENDE, K.T.; TEDESCHI, L.O.; FERNANDES JUNIOR, JS; TEIXEIRA, I.A.M.A.; CARSTENS, G. E.; BERCHIELLI, T.T. Predicting the chemical composition of the body and the carcass of 3/4 Boer x 1/4 Saanen kids using body components. **Small Ruminant Research**, v.75, p.90-98, 2008.
- HALL, M.B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates nutritional relevance and analysis**. Gainesville: University of Florida, 2000. 42p.
- HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. USDA, 1946. p.1-20 (Technical Bulletin).
- HOPKINS, D.L.; PONNAMPALAM, E.N.; WARNER, R.D. Predicting the composition of lamb carcasses using alternative fat and muscle depth measures. **Meat Science**, v.78, p.400-405, 2008.
- MEDEIROS, G.R.; CARVALHO, F.F.R.; FERREIRA, M.A.; ALVES, K.S.; MATTOS, C.W.; SARAIVA, T.A.; NASCIMENTO, J.F. Efeito dos níveis de concentrado sobre os componentes não - carcaça de ovinos Morada Nova em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1063-171, 2008.

MENEZES, L.F.O.; LOUVANDINI, H.; JÚNIOR, G.B.M.; McNAUS, C.; GARCIA, J.A.S.; MURATA, L.S. Características de carcaça, componentes não-carcaça e composição tecidual e química da 12ª costela de cordeiros Santa Inês terminados em pasto com três gramíneas no período seco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1286-1292, 2008.

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

OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; VARGAS JUNIOR, F.M.; FERNANDES, A.R.M.; SENO, L. O.; RICARDO, H.A.; ROSSINI, F.C.; ORRICO JÚNIOR, M.A.P. Critérios para abate do animal e a qualidade da carne. **Revista Agrarian**, v.5, n.18, p.433-443, 2012.

PIOLA JUNIOR, W.; RIBEIRO, E.L.A.; MIZUBUTI, I.Y.; SILVA, L.D.F.; SOUSA, C.L.; PAIVA, F.H.P. Níveis de energia na alimentação de cordeiros em confinamento e composição regional e tecidual das carcaças. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1797-1802, 2009.

PINHEIRO, R.S.B.; JORGE, A.M.; FRANCISCO, C.L.; ANDRADE, E.N. Composição química e rendimento da carne ovina in natura e assada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, p.154-157, 2008. Supl.

RIBEIRO, C.B. **Exigência proteica de fêmeas ovinas mestiças**. 2011. 77p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do sul, Campo Grande.

SILVA, S.R.; GUEDES, C.M.; SANTOS, V.A.; LOURENÇO, A.L.; AZEVEDO, J.M.T.; DA SILVA, A.D. 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.

SOUZA, V.S.; LOUVANDINI, H.; SCROPFNER, E.S.; McMANUS, C.M.; ABDALLA, A.L.; GARCIA, J.A.S. Desempenho, características de carcaça e componentes corporais de ovinos deslanados alimentados com silagem de girassol e silagem de milho. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.2, p.284-291, 2008.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS/STAT Procedure guide personal computers**. 9. ed. Cary, NC. SAS Institute Inst, 1999. p.334.

TEDESCHI, L.O. Assessment of the adequacy of mathematical models. **Agricultural Systems**, v.89, p.225-247, 2006.

WALLACH, D.; GOFFINET, B. Mean squared error of prediction as a criterion for evaluating and comparing system models. **Ecological Modeling**, v.44, p.299-306, 1989.

WOLF, B.T.; JONES, D.A.; OWEN, M.G. In vivo prediction of carcass composition and muscularity in purebred Texel lambs. **Meat Science**, v.74, p.416-423, 2006.

Data de recebimento: 04/11/2014

Data de aprovação: 06/11/2015