



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

AMANDA DA ROCHA SOUSA

**PREDIÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL DE OVINOS DESLANADOS POR
MEIO DO CORTE DAS COSTELAS 9-10-11ª (SEÇÃO HH)**

FORTALEZA

2017

AMANDA DA ROCHA SOUSA

PREDIÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL DE OVINOS DESLANADOS POR MEIO
DO CORTE DAS COSTELAS 9-10-11^a (SEÇÃO HH)

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Elzânia Sales Pereira
Coorientador: Prof. Dr. Luciano Pinheiro da Silva

FORTALEZA

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Sousa, Amanda da Rocha.

Predição da composição corporal de ovinos deslanados por meio do corte das costelas 9-10-11ª (seção HH) / Amanda da Rocha Sousa. – 2017.

56 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2017.

Orientação: Profa. Dra. Elzânia Sales Pereira .

Coorientação: Prof. Dr. Luciano Pinheiro da Silva.

1. Carcaça. 2. Composição química. 3. Corpo vazio. 4. Raças nativas. I. Título.

CDD 636.08

AMANDA DA ROCHA SOUSA

PREDIÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL DE OVINOS DESLANADOS POR MEIO
DO CORTE DAS COSTELAS 9-10-11^a (SEÇÃO HH)

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Aprovada em: 31/07/2017

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dra. Elzânia Sales Pereira (Orientadora)

Universidade Federal do Ceará - UFC

Prof. Dr. Luciano Pinheiro da Silva (Coorientador)

Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof^a. Dra. Maria Socorro de Souza Carneiro

Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido

Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Silas Primola Gomes

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB

A Deus, por guiar todos os meu passos.

A minha família, em especial aos meus pais, Maria Raimunda da Rocha Sousa e Antônio José de Sousa, por serem minhas inspirações de pessoas honestas e batalhadoras e que sabem respeitar o próximo, além do amor, da força interior e a dedicação de vida aos seus filhos.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelas oportunidades, pelo amor e fé a mim concedidos, pelos objetivos conquistados e pela determinação e força de nunca desistir dos meus sonhos.

A Universidade Federal do Ceará, ao Departamento de Zootecnia e ao Programa de Pós-Graduação pela formação e aperfeiçoamento profissional.

A Fundação Cearense de Apoio Desenvolvimento Científico e Tecnológico-FUNCAP, pela concessão da bolsa de estudo.

A minha orientadora professora Elzânia Sales Pereira, pela orientação, ensinamentos e tempo despendido.

Ao meu coorientador professor Luciano Pinheiro Silva pelos ensinamentos e tempo despendido.

Aos professores Socorro Carneiro, Ana Cláudia Campos, Magno Cândido e Silas Primola pelos ensinamentos e contribuição para minha dissertação de Mestrado e formação.

A minha família, em especial meus pais, pelo incentivo, pelo apoio, compreensão e amor.

As minhas tias Mirian Rocha, Rosemeire Rocha e ao meu irmão Andson Rocha pelo incentivo e por sempre estarem comigo em todos os momentos da minha vida.

Ao meu noivo, Cícero Lima por todo apoio, amor e compreensão.

Aos professores do Departamento de Zootecnia pela aprendizagem e formação profissional e pessoal.

Aos colegas e amigos da graduação e da pós-graduação pelo apoio e pela amizade. Em especial a Mara Feitosa, Edmilson Lima, Camila Gomes, Francisco Wellington, Samila Freitas, Bárbara Brasileiro e Nathali Lima por estarem comigo em todos os momentos nessa caminhada e por tornarem meus dias mais alegres, pelo apoio, incentivo e amizade.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a execução deste trabalho, obrigada.

“A ciência pode determinar o que é, não o que deveria ser.” (Albert Einstein)

RESUMO

O objetivo deste estudo foi desenvolver equações para predição da composição química da carcaça e do corpo vazio (CVZ) de ovinos deslanados por meio do corte das costelas 9-10-11ª (seção HH). O banco de dados (n = 171) foi obtido a partir de cinco estudos realizados com 133 machos não castrados, 26 machos castrados e 12 fêmeas, dos quais 58 animais eram da raça Santa Inês, 74 Morada Nova e 39 da raça Somális Brasileira. A meia carcaça direita e a seção HH da meia carcaça esquerda foram analisadas para o conteúdo de extrato etéreo (EE %), proteína bruta (PB %), água e energia (EN Mcal/kg). Os componentes corporais remanescentes também foram analisados para obtenção da composição química do CVZ. Um procedimento *stepwise* foi usado para determinação da inclusão das variáveis nos modelos de regressão. As variáveis incluídas foram água (Água H %), proteína (PBH %), extrato etéreo (EEH %) e energia da seção HH (ENH %), rendimento de carcaça (RC kg), peso de carcaça quente (PCQ kg), peso de corpo vazio (PCVZ), órgãos mais vísceras (OV %PCVZ) e gordura visceral (GV %PCVZ). Os conteúdos de água, EE e EN na carcaça e no CVZ foram satisfatoriamente estimados pela seção HH, porém não houve precisão na estimativa dos conteúdos de PB. A raça e o sexo influenciaram os conteúdos de água, EE e EN na carcaça e os conteúdos de PB, EE e EN no CVZ. A inclusão de novas variáveis pelo procedimento *stepwise* promoveu melhor ajuste nas equações. As equações de regressão obtidas no CVZ para machos não castrados foram para EE (%): Santa Inês = $- 9,89 (\pm 3,03) + 0,38 (\pm 0,06) \times \text{EEH} - 0,24 (\pm 0,10) \times \text{OV} + 0,90 (\pm 0,32) \times \text{GV}$ ($R^2 = 0,88$; EQM = 1,38), Morada Nova = $6,29 (\pm 1,47) + 0,52 (\pm 0,03) \times \text{EEH} - 0,26 (\pm 0,09) \times \text{OV} + 0,44 (\pm 0,08) \times \text{GV}$ ($R^2=0,89$; EQM=1,72) e Somalis Brasileira = $7,14 (\pm 3,92) + 0,49 (\pm 0,05) \times \text{EEH} - 0,14 (\pm 0,23) \times \text{OV} + 1,04 (\pm 0,20) \times \text{GV}$ ($R^2 = 0,88$; EQM = 2,56); para água (%): $79,49 (\pm 0,52) - 5,15 (\pm 0,19) \times \text{ENH} - 0,34 (\pm 0,06) \times \text{GV}$ ($R^2 = 0,84$; EQM = 3,15) e para EN (Mcal/kg): Santa Inês = $1,25 (\pm 0,07) + 0,02 (\pm 0,005) \times \text{EEH} + 0,21 (\pm 0,03) \times \text{GV}$ ($R^2 = 0,82$; EQM = 0,01), Morada Nova = $1,12 (\pm 0,06) + 0,05 (\pm 0,004) \times \text{EEH} + 0,04 (\pm 0,01) \times \text{GV}$ ($R^2 = 0,84$; EQM = 0,02) e Somalis Brasileira = $1,34 (\pm 0,11) + 0,04 (\pm 0,004) \times \text{EEH} + 0,08 (\pm 0,02) \times \text{GV}$ ($R^2 = 0,87$; EQM = 0,02). Os resultados obtidos confirmam a hipótese de que a seção HH pode ser utilizada para estimar com precisão a composição química em água, EE e EN na carcaça e no CVZ de ovinos deslanados, porém mais estudos devem ser realizados para determinar a acurácia na predição do conteúdo de PB.

Palavras-chaves: Carcaça. Composição química. Corpo vazio. Raças nativas.

ABSTRACT

The goal of this study was to develop equations to predict the chemical composition of the carcass and the empty body (EB) of sheared sheep by cutting of the 9th to 11th rib section (HH section). The database (n = 171) was obtained from five studies made with 133 non-castrated males, 26 castrated males and 12 females, of which 58 were Santa Inês (SI), 74 Morada Nova (MN) and 39 of the Brazilian Somali (BS) breed. The right half carcass and the HH section of the left half carcass were analyzed for water, crude protein (CP %), ether extract (EE %) and energy (EN Mcal/kg). Remaining body components were also analyzed for the chemical composition of the EB. A stepwise procedure was used to determine the inclusion of the variables in the regression models. The variables included were water (Water H %), protein (CPH %), ether extract (EEH %) and energy (ENH %) from the HH section, carcass dressing (CD %), hot carcass weight (HCW kg), empty Body weight (EBW kg), organs plus viscera (OV %EBW) and visceral fat (VF %EBW). The contents of Water, EE and EN in the carcass and in the EB were satisfactorily estimated by section HH, but there was no precision in the estimation of protein contents. Breed and sex influenced the contents of Water, EE and EN in the carcass and the contents of CP, EE and EN in the EB. The inclusion of new variables by the stepwise procedure promoted better fit in the equations. The equations obtained in the EB for non-castrated males were: EE (%): Santa Inês = $- 9,89 (\pm 3,03) + 0,38 (\pm 0,06) \times \text{EEH} - 0,24 (\pm 0,10) \times \text{OV} + 0,90 (\pm 0,32) \times \text{VF}$ ($R^2 = 0,88$; MSE = 1,38), Morada Nova = $6,29 (\pm 1,47) + 0,52 (\pm 0,03) \times \text{EEH} - 0,26 (\pm 0,09) \times \text{OV} + 0,44 (\pm 0,08) \times \text{VF}$ ($R^2 = 0,89$; EQM = 1,72), and Brazilian Somali = $7,14 (\pm 3,92) + 0,49 (\pm 0,05) \times \text{EEH} - 0,14 (\pm 0,23) \times \text{OV} + 1,04 (\pm 0,20) \times \text{VF}$ ($R^2 = 0,88$; MSE = 2,56); for water (%): $79,49 (\pm 0,52) - 5,15 (\pm 0,19) \times \text{ENH} - 0,34 (\pm 0,06) \times \text{VF}$ ($R^2 = 0,84$; MSE = 3,15) and for EN (Mcal/kg): Santa Inês = $1,25 (\pm 0,07) + 0,02 (\pm 0,005) \times \text{EEH} + 0,21 (\pm 0,03) \times \text{VF}$ ($R^2 = 0,82$; MSE = 0,01), Morada Nova = $1,12 (\pm 0,06) + 0,05 (\pm 0,004) \times \text{EEH} + 0,04 (\pm 0,01) \times \text{VF}$ ($R^2 = 0,84$; MSE = 0,02) and Brazilian Somali = $1,34 (\pm 0,11) + 0,04 (\pm 0,004) \times \text{EEH} + 0,08 (\pm 0,02) \times \text{VF}$ ($R^2 = 0,87$; MSE = 0,02). The results confirm the hypothesis that the HH section can be used to accurately estimate the chemical composition in EE, water and EN of carcass and EB of sheared sheep. However, more studies should be performed to determine the accuracy in the prediction of CP content.

Key words: Carcass. Chemical composition. Empty body. Native breeds.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Ilustração do método de corte da seção HH (Hankins e Howe, 1946).....	20
Figura 2 -	Relação entre os conteúdos de água, PB, EE e EN observados na carcaça e estimados pela seção HH em ovinos deslanados.....	31
Figura 3 -	Relação entre os conteúdos de água, PB, EE e EN observados no corpo vazio e estimados pela seção HH em ovinos deslanados.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Sumário dos estudos utilizados no banco de dados.....	24
Tabela 2 -	Descrição das dietas experimentais utilizadas no banco de dados	25
Tabela 3 -	Estatística descritiva das variáveis utilizadas nas equações de predição e composição química da carcaça, corpo vazio e seção HH de ovinos deslanados.....	27
Tabela 4 -	Coefficientes de correlação de Pearson entre as variáveis observadas na carcaça e estimadas na seção HH de ovinos deslanados.....	30
Tabela 5 -	Estimativa dos parâmetros descritivos e probabilidade das hipóteses de nulidade, coeficiente de determinação para os valores estimados e observados dos conteúdos de água, PB, EE e EN na carcaça de ovinos deslanados.....	31
Tabela 6 -	Coefficientes de correlação de Pearson entre as variáveis observadas na carcaça e as variáveis utilizadas no ajuste dos modelos de predição da composição química em água, EE, PB e EN em ovinos deslanados.....	32
Tabela 7 -	Vieses estimados pela técnica de <i>bootstrap</i> para as equações 1 a 6.....	34
Tabela 8 -	Vieses estimados pela técnica de <i>bootstrap</i> para as equações 10 a 15.....	35
Tabela 9 -	Vieses estimados pela técnica de <i>bootstrap</i> para as equações 16 a 21.....	36
Tabela 10 -	Equações obtidas a partir de regressões múltiplas para a predição da composição da carcaça por meio da composição química da seção HH e variáveis de abate em ovinos deslanados.....	37
Tabela 11 -	Coefficientes de correlação de Pearson entre as variáveis observadas no corpo vazio e estimadas na seção HH em ovinos deslanados.....	39
Tabela 12 -	Estimativa dos parâmetros descritivos e probabilidade para hipóteses de nulidade, coeficiente de determinação para os valores estimados e observados da porcentagem de água, PB, EE e EN no corpo vazio de ovinos deslanados.....	40
Tabela 13 -	Coefficientes de correlação de Pearson entre as variáveis observadas no corpo vazio e as variáveis utilizadas no ajuste dos modelos de predição da composição química em água, EE, PB e EN em ovinos deslanados.....	41
Tabela 14 -	Vieses estimados pela técnica de <i>bootstrap</i> para a equação 22	42
Tabela 15 -	Vieses estimados pela técnica de <i>bootstrap</i> para as equações 26 e 27.....	43
Tabela 16 -	Vieses estimados pela técnica de <i>bootstrap</i> para as equações 28 a 33.....	44

Tabela 17 -	Vieses estimados pela técnica de <i>bootstrap</i> para as equações 35 a 40.....	44
Tabela 18 -	Equações obtidas a partir de regressões múltiplas para a predição da composição do corpo vazio por meio da composição química da seção HH e variáveis de abate em cordeiros deslanados.....	45
Tabela 19 -	Equações simplificadas determinadas para a predição do conteúdo de água, EE, PB e EN do corpo vazio a partir da composição química da seção HH em ovinos deslanados.....	48

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1	Composição corporal	17
2.2	Método de predição corporal	18
<i>2.2.1</i>	<i>Método da seção HH</i>	19
2.3	Trabalhos realizados com ovinos deslanados utilizando a seção HH	21
2.4	Validação de modelos que utilizam a seção HH para a predição da composição química corporal	22
3	MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1	Critérios para inclusão dos estudos	24
3.2	Procedimentos de abate	25
3.3	Análises químicas e conteúdo corporal de energia	26
3.4	Análise Estatística	27
3.5	Análise de sensibilidade	29
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1	Carcaça	30
<i>4.1.1</i>	<i>Equações simples</i>	30
<i>4.1.2</i>	<i>Equações múltiplas</i>	32
4.2	Corpo vazio	39
<i>4.2.1</i>	<i>Equações simples</i>	39
<i>4.2.2</i>	<i>Equações múltiplas</i>	40
<i>4.2.3</i>	<i>Equações simplificadas</i>	47
5	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS	50

1. INTRODUÇÃO

Os pequenos ruminantes possuem grande importância para a agricultura mundial, pois desempenham papel importante na segurança alimentar. No Brasil, os rebanhos ovinos são largamente representados por animais deslanados principalmente nos trópicos devido à capacidade desses animais de adaptação ao ambiente. Entretanto, os estudos acerca dos requerimentos nutricionais desses animais ainda são limitados, embora já comprovada a diferença dos requisitos nutricionais preconizados pelos boletins internacionais e os reais requisitos nutricionais dos animais encontrados nas regiões tropicais.

A determinação da composição química corporal de ovinos deslanados é essencial para uma produção eficiente de carne ovina nos trópicos, visto que, esse é o primeiro passo para a determinação de suas exigências nutricionais. Além disso, a determinação da composição química corporal também permite a avaliação do desempenho animal, visando à produção de carcaças com maiores proporção de músculos e quantidades adequadas de gordura para atender as exigências do mercado consumidor.

Os métodos de determinação da composição corporal podem ser divididos em diretos e indiretos. O método direto, correspondente à dissecação de todas as partes do corpo do animal e posteriormente análises químicas em laboratório, ainda é considerado o método mais acurado. Porém devido ao tempo despendido e à grande mão de obra envolvida, tornou-se também o mais oneroso e laborioso, partindo daí a necessidade do desenvolvimento de metodologias que aceleram a obtenção dessas informações de forma precisa e com menor custo.

Os métodos indiretos consistem na determinação da composição química corporal animal através de parâmetros mais facilmente obtidos e são divididos naqueles que permitem estimar a composição corporal nos animais vivos e naqueles que estimam a composição a partir da carcaça ou parte dela. Dentre os métodos indiretos mais empregados no Brasil, destacam-se a ultrassonografia (EDWARDS *et al.*, 1989; STANFORD *et al.*, 1995), a composição do corte 9-10-11^a costelas (seção HH) (HANKINS; HOWE, 1946) e a composição de outras partes do corpo como pescoço, pernil e costela (WILKINSON; GREENHALGH, 1995; DE CAMPENEERE *et al.*, 1999).

O método da seção HH proposto por Hankins e Howe (1946) além de ser um método não destrutivo, menos oneroso e laborioso apresentou inicialmente bons valores de correlação entre os conteúdos de proteína, gordura e cinzas da seção HH (0,83; 0,91 e 0,53,

respectivamente) e da carcaça de bovinos, por essa razão, esse método teve grande difusão com bovinos no Brasil, validando-se equações de predição para as diferentes raças e seus cruzamentos (HENRIQUE *et al.*, 2003; MARCONDES *et al.*, 2010; MARCONDES *et al.*, 2012; PAULINO *et al.*, 2005a). Entretanto, para pequenos ruminantes, esse método ainda é pouco estudado, não permitindo seu uso com precisão e acurácia para estes animais.

Alguns estudos envolvendo a determinação da composição química corporal em ovinos (COSTA *et al.*, 2014; MAIA *et al.*, 2014; MENEZES *et al.*, 2015) a partir da seção HH, embora tenham apresentado bons resultados, são limitados e inconsistentes; pois abrangeram poucas categorias animais, visto a diferença nas taxas de deposição dos componentes químicos corporais existentes entre raças e sexos distintos e a composição heterogenia do rebanho ovino brasileiro. Portanto, em virtude da carência de informações sobre o uso desse método indireto em pequenos ruminantes, o objetivo deste estudo foi desenvolver equações para predição da composição química da carcaça e do corpo vazio de ovinos deslanados de diferentes sexos e raças por meio do corte das costelas 9-10-11^a (seção HH).

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Composição corporal

A composição corporal pode ser influenciada principalmente pela idade, peso corporal, genótipo, sexo, tamanho, maturidade e nível nutricional do animal (VERAS *et al.*, 2001) e pode ser classificada em composição física, sendo esta representada pelos tecidos corporais (nervoso, ósseo, muscular e adiposo) e química representada pelos componentes químicos corporais (água, proteína, gordura e minerais).

Na composição física, o crescimento e desenvolvimento dos tecidos corporais apresentam características alométricas, onde cada tecido possui velocidades diferentes de crescimento e desenvolvimento sendo a ordem cronológica crescente estabelecida como tecido nervoso, ósseo, muscular e adiposo (LUCHIARI FILHO, 2000). O tecido nervoso e o ósseo apresentam taxas de crescimento elevadas que se reduzem lentamente até a fase adulta, sendo inversamente proporcional a taxa de crescimento dos tecidos muscular e adiposo. A desaceleração do crescimento ocorre mais precocemente nos órgãos vitais, em seguida nos ossos e músculos, com paralela aceleração do crescimento do tecido adiposo (OLIVEIRA, 1999).

A composição química varia durante o crescimento do animal de maneira paralela a composição física. Inicialmente a composição do ganho tem maiores proporções de proteína e água, porém, à medida que o animal cresce e atinge seu peso à maturidade, os hormônios do crescimento dão espaço gradativamente aos hormônios da reprodução e o crescimento se torna linear. Neste ponto, o ganho passa a ser representado pela maior deposição de gordura e pela estabilização na deposição de proteína corporal (OWENS *et al.*, 1995) com consequente diminuição do conteúdo de água.

As diferenças na composição do ganho de peso estão diretamente relacionadas à maturidade fisiológica, sendo esta influenciada pelo sexo, raça, genótipo e pelo plano nutricional (SANTOS *et al.*, 2002), determinando diferentes requerimentos nutricionais para cada categoria animal. Raças ovinas distintas diferem na idade à maturação e na velocidade de crescimento de seus órgãos (PIRES *et al.*, 2000; RESENDE *et al.*, 2008), afetando as taxas de deposição dos constituintes químicos corporais e consequentemente suas exigências nutricionais (NRC, 1996), quando comparados à mesma idade, ao mesmo peso ou ao mesmo grau de acabamento (GOULART *et al.*, 2008).

Em relação ao sexo, acredita-se que as fêmeas apresentem menor peso à maturidade, por atingir essa fase mais precocemente que os machos, conseqüentemente apresentam maior deposição do tecido adiposo quando comparadas na mesma idade. A maturação tardia atribuída aos machos é estabelecida pela maior produção de hormônios andrógenos, principalmente a testosterona (FLETCHER *et al.*, 1986) e ao efeito anabólico desse hormônio sobre a proteína corporal, podendo ser identificado pela redução na degradação proteica nos músculos (LOBLEY *et al.*, 1990; MORGAN *et al.*, 1993) e em menor intensidade pela influência da testosterona no aumento da síntese proteica (MARTINEZ *et al.*, 1984). O nível de testosterona em ovinos varia em função da raça, nível nutricional e idade (ZAMIRI; KHODAEI, 2005). Devido ao efeito da castração, machos castrados tendem a depositar mais gordura que os machos não castrados (PAULINO *et al.*, 2009) e menos que as fêmeas, ficando em posição intermediária de maturação.

O plano nutricional ofertado a cada animal é outro fator importante que pode influenciar não só na deposição dos constituintes químicos corporais, principalmente na deposição de gordura corporal, mas também no crescimento e desenvolvimento dos animais (MARCONDES *et al.*, 2012). Nesse contexto, a ingestão limitada de energia ou proteína diminui a taxa de crescimento corporal animal (BALL *et al.*, 1998; OWENS *et al.*, 1993), conseqüentemente, afetando de forma negativa a maturidade fisiológica animal.

O nível de energia da dieta é um fator importante na deposição de gordura (NOUR *et al.*, 1981), visto que o fornecimento de carboidratos solúveis e de rápida fermentação nas dietas favorece o acesso microbiano aos nutrientes, conseqüentemente, aumenta a taxa de fermentação e a produção de ácidos graxos voláteis no rúmen, principalmente, a disponibilidade de acetato (principal precursor da lipogênese no tecido adiposo) promovendo maior deposição de gordura no corpo vazio dos animais.

Outro fator ligado à nutrição é a restrição alimentar que também pode influenciar a deposição de gordura no corpo animal, pois animais submetidos à restrição alimentar direcionam a maior parte da energia e nutrientes ingeridos para suprir as exigências de manutenção, resultando em menor aporte de nutrientes direcionados para ganho de peso e acúmulo de gordura. Pereira *et al.* (2017), avaliando níveis de restrição alimentar em ovinos deslançados da raça Santa Inês, detectaram diminuição nos conteúdos de energia e gordura corporal à medida que os níveis de restrição alimentares aumentaram.

2.2 Métodos de predição corporal

Os métodos de predição corporal são divididos em métodos diretos e indiretos; o método direto consiste em obter a composição corporal animal através da separação e dissecação de todos os componentes corporais, seguindo a determinação dos constituintes físicos e químicos em laboratório. Logo esse método se torna um método extremamente oneroso e dispendioso, em virtude da perda de pelo menos metade da carcaça, impedindo a sua comercialização, além do grande número de pessoas e análises laboratoriais envolvidas nesse processo (MARCONDES *et al.*, 2010).

Já os métodos indiretos envolvem a predição da composição corporal dos animais a partir de parâmetros mais facilmente obtidos, além de alguns permitirem a possibilidade de avaliar a composição corporal do animal ainda vivo, por isso, têm sido amplamente estudados e utilizados em diferentes escalas em todo o mundo. O principal método indireto que permite estimar a composição do corpo ou da carcaça nos animais ainda vivos é o método da ultrassonografia (EDWARDS *et al.*, 1989; STANFORD *et al.*, 1995).

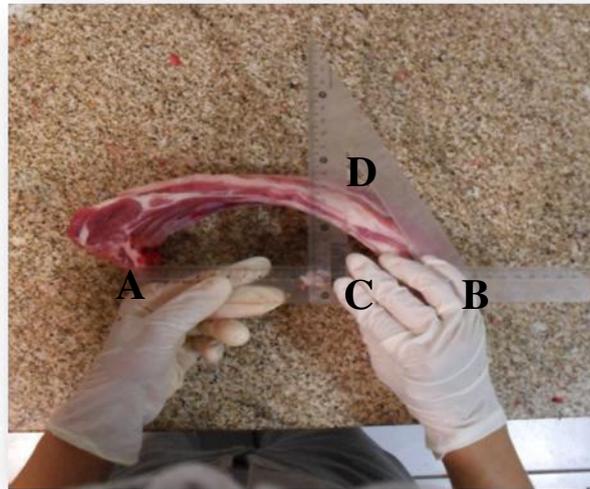
Dentre os métodos de indiretos que estimam a composição corporal animal a partir da carcaça, ou de partes dela, destacam-se a composição de partes do corpo como pescoço, pernil e costela (WILKINSON; GREENHALGH, 1995; DE CAMPENEERE *et al.*, 1999), a composição do corte 9-10-11^a costelas (seção HH) (HANKINS; HOWE, 1946), o método de estimativa da água e extrato etéreo do corpo pela gravidade específica (KRAYBILL *et al.*, 1952), que se baseia na densidade dos tecidos corporais e suas correlações estatísticas com os conteúdos químicos presentes no corpo do animal e o método da condutividade elétrica do corpo (WISHMEYER *et al.*, 1996), que avalia a diferença de condutividade elétrica entre os tecidos muscular e adiposo, os quais em sua maioria obtiveram pouco êxito no Brasil, devido à dificuldade de utilização das técnicas, custo ou falta mão de obra especializada (SIVA, 2010; MARCONDES *et al.*, 2010).

2.2.1 Método da seção HH

O método indireto da seção HH foi desenvolvido por Hankins e Howe (1946) para predição da composição física e química da carcaça de bovinos, sendo testado em taurinos. Esses autores tomaram como base resultados obtidos por pesquisas anteriores (TROWBRIDGE; HAIGH, 1921; 1922; MOULTON, 1923; LUSH, 1926), as quais testaram diversos cortes da carcaça de bovinos para fins da predição da composição física e identificaram a costela como a parte mais representativa da carcaça como toda.

Hankins e Howe (1946) encontraram um alto coeficiente de correlação ($r = 0,99 \pm 0,003$) entre a composição física da costela e da seção HH, concluindo que esta poderia ser utilizada para predição da composição física e química da carcaça de bovinos taurinos. A metodologia do corte da seção HH (Figura 1) é feita a partir da retirada da fração que corresponde a 9-10-11^a costelas do animal, onde sequencialmente posiciona-se uma régua entre o primeiro e o último pontos ósseos da costela (distância de A a B) e posteriormente realizando uma secção transversal no ponto (ponto D) em que uma reta perpendicular à régua passa pelo ponto correspondente a 61,5% (ponto C) da distância entre o primeiro e último ponto ósseo da costela.

Figura 1 - Ilustração do método de corte da seção HH (Hankins; Howe, 1946).



Fonte: dados da pesquisa

As equações propostas por Hankins e Howe (1946) são amplamente utilizadas no exterior e no Brasil, devido à facilidade de obtenção da seção HH. Lana (1988), Marcondes *et al.* (2009), Paulino *et al.* (2005a,b) e Silva (2001), estudando o emprego da seção HH para a predição da composição física e química corporal em bovinos zebuínos, concluíram que as equações desenvolvidas por Hankins e Howe (1946) não se mostraram totalmente aplicáveis a esses animais, principalmente para extrato etéreo e tecido adiposo. O que pode ter acontecido pelo fato das equações de predição química corporal pré-estabelecidas por Hankins e Howe (1946) não computarem a composição da parte óssea da seção HH e pelo fato das diferenças nas deposições de gordura entre bovinos taurinos e zebuínos, demonstrando o efeito de raças nessas equações. Posteriormente, Marcondes *et al.*, (2012), utilizando um banco de dados,

composto por seis estudos de bovinos zebuínos, concluíram que a seção HH estimou satisfatoriamente a composição química da carcaça e do corpo vazio (CVZ) desses animais, determinando novas equações ajustadas para esse grupo genético.

Sabendo-se da semelhança entre bovinos e ovinos, a seção HH também tem sido estudada e utilizada na predição da composição química corporal de ovinos em diferentes raças e sexos, devido à facilidade de obtenção. Assim, a avaliação dessa metodologia para ovinos deslanados, criados em condições do Semiárido Brasileiro, poderia ser uma alternativa viável e rápida na determinação das exigências nutricionais desses animais.

Em sua maioria, as equações de regressão para estimativa da composição química corporal, a partir da seção HH, são totalmente fiéis ao método da estimativa da composição corporal desenvolvida por Hankins e Howe (1946), as quais aplicam apenas métodos de regressões simples e determinam as variáveis da composição química da carcaça ou do CVZ através de seus equivalentes químicos na seção HH. Contudo, o ajuste de modelos de regressões múltiplas permite a predição da composição química corporal a partir das diversas variáveis independentes da composição química da seção HH, podendo aumentar a viabilidade dessas variáveis na determinação da composição química corporal.

2.3 Trabalhos realizados com ovinos deslanados utilizando a seção HH

Embora sejam poucos os estudos desenvolvidos utilizando ovinos deslanados para determinação da composição química corporal a partir desse método (seção HH), estudos recentes apontam a acurácia da seção HH para esses animais. Em um trabalho recente com machos não castrados Santa Inês, Maia *et al.* (2014) observaram que a seção HH estimou satisfatoriamente o conteúdo corporal de gordura e proteína, enquanto o conteúdo de água foi subestimado. A subestimação da água foi atribuída pelos autores ao baixo número de animais utilizados no estudo. Costa *et al.* (2014), em trabalho semelhante com machos não castrados Morada Nova, também relataram que a seção HH estimou satisfatoriamente o conteúdo de gordura, proteína, cinzas e água na carcaça e no CVZ desses animais.

Como mencionados os estudos sobre a validação do método da seção HH para estimar a composição corporal de ovinos deslanados ainda são escassos e incipientes, devido ao baixo número de animais e pela utilização de apenas machos não castrados das raças Morada Nova e Santa Inês. Além disso, nos estudos existentes, a composição química da seção HH não foi comparada com a composição química do CVZ diretamente e sim a partir da transformação dessa fração (seção HH) em substituição a carcaça (componente principal

do corpo vazio). Assim, é necessária a produção de mais estudos a cerca do assunto e avaliação desse método por meio de banco de dados providos de raças e sexos distintos de cordeiros deslanados para resultados mais conclusivos.

2.4 Validação de modelos que utilizam a seção HH para a predição da composição química corporal

O método mais utilizado para estimar os parâmetros de uma regressão é o método dos mínimos quadrados ordinários (OLS), que minimiza a soma dos quadrados dos erros (SILVA, 1995). Porém, a utilização prática de uma equação de predição pode ser comprometida pela ocorrência de valores discrepantes (*outliers*), que alteram as estimativas dos parâmetros das equações obtidas por OLS. Assim, é imprescindível a validação dos modelos propostos em amostras de dados independentes, buscando determinar a precisão (grau de consistência da grandeza medida com sua média) e a acurácia (grau de proximidade de uma estimativa com seu parâmetro) das equações propostas.

A validação das equações de predição da composição química corporal em ruminantes em função da composição química da seção HH, em amostras de dados independentes, tem sido constatada quando os valores preditos pela seção HH são similares aos respectivos valores observados na carcaça ou no corpo dos animais. Isso pode ser verificado quando as hipóteses de nulidades ($H_0: \beta_0=0$ e $\beta_1=1$) não são rejeitadas pelos testes paramétricos ou não paramétricos utilizados. Entretanto, esses testes de validação das equações são aplicados apenas uma vez, não permitindo uma avaliação consistente e confiável da habilidade preditiva dos modelos determinados (LANGER, 2013); assim, métodos de reamostragem como o *bootstrap* e a validação cruzada vêm sendo cada vez mais utilizados para a determinação dessa confiabilidade.

O *bootstrap* consiste em um conjunto de procedimentos computacionais intensivos de reamostragem, generalizado do método *jackknife* (QUENOUILLE, 1949), desenvolvidos para a obtenção de estimativas de erros padrões de coeficientes de regressão em situações que não podem ser facilmente avaliadas por métodos analíticos disponíveis ou cuja aproximação existente tenha suposições questionáveis (LANGER, 2013). No método *bootstrap*, ao invés de retirarem-se muitas amostras da população, criam-se reamostras (conjunto de amostras), com reposição, a partir da amostra única disponível, que representa a população da qual os dados são provenientes. Cada reamostra normalmente tem o mesmo tamanho da amostra aleatória original (DICICCIO; EFRON, 1996; EFRON, 1979). De acordo

com Davison e Hinkley (1997), o *bootstrap* pode ser usado como método complementar na argumentação de conclusões obtidas por outros métodos.

A validação cruzada é outra técnica de reamostragem que avalia a capacidade de generalização de um modelo, a partir de um conjunto de dados. Esta técnica é amplamente empregada em problemas onde o objetivo da modelagem é a predição. Busca-se então estimar o quão preciso é este modelo na prática, ou seja, determinar o seu desempenho para um novo conjunto de dados. A técnica de validação cruzada consiste em dividir a base de dados em n partes (*folds*) (DAVISON; HINKLEY, 1997). Destas, $n-1$ partes são utilizadas para o treinamento e uma serve como base de testes (SHAO, 1993). O processo é repetido n vezes, de forma que cada parte seja usada uma vez como um conjunto de testes. A acurácia final do modelo é a média das acurácias parciais calculadas para cada parte (FELIX *et al.*, 2013).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A aprovação do estudo pelo Comitê de Ética em Pesquisa Animal não foi necessária, devido aos dados terem sido obtidos a partir de estudos prévios. Todos os experimentos utilizados nesse estudo foram conduzidos no setor de Digestibilidade do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará (UFC) em Fortaleza, CE, Brasil (30°43'02'' S, 33°32'35'' W), entre os anos de 2010 e 2014.

3.1 Critérios para inclusão dos estudos

Para estimar os parâmetros das equações, um banco de dados a partir de cinco estudos independentes de desempenho (totalizando 171 unidades experimentais) foi utilizado. Os estudos foram conduzidos em condições tropicais, utilizando ovinos deslançados nas fases de crescimento (aproximadamente 60 dias) (Tabela 1) e dotados das seguintes variáveis: água, proteína bruta (PB %), extrato etéreo (EE %) e energia (EN Mcal/kg) da carcaça, do corpo vazio (CVZ) e da seção HH, rendimento de carcaça (RC %), peso de carcaça quente (PCQ kg), peso de corpo vazio (PCVZ kg), órgãos mais vísceras (OV %PCVZ) e gordura visceral (GV %PCVZ).

Tabela 1 - Sumário dos estudos utilizados no banco de dados.

Referência	N	Sexo ^a	Raça ^b	Peso Inicial médio (kg)	Peso Final médio (kg)
Oliveira (2012)	29	MNC	SI	14,77 ± 1,26	28
Costa (2012)	39	MNC	MN	12,20 ± 2,05	25
Fontenele (2014)	39	MNC	SB	13,47 ± 1,76	28
Pereira (2017)	11	MNC	MN	14,50 ± 0,89	28
Pereira (2017)	12	MC	MN	14,50 ± 0,89	28
Pereira (2017)	12	F	MN	14,50 ± 0,89	28
Lima (2017)	15	MNC	SI	14,46 ± 1,72	30
Lima (2017)	14	MC	SI	14,46 ± 1,72	30

^aMNC = macho não castrado; MC = macho castrado; F = fêmea; ^bSI = Santa Inês; MN = Morada Nova; SB = Somalis Brasileira; Fonte: dados da pesquisa.

As dietas experimentais dos cinco estudos foram formuladas de acordo com NRC (2007), em que os tratamentos consistiram em diferentes níveis de energia metabolizável na dieta ou restrição alimentar (Tabela 2).

Tabela 2 - Descrição das dietas experimentais utilizadas no banco de dados

Referência	Plano nutricional
Oliveira (2012)	Níveis de energia metabolizável (1,13; 1,40; 1,73; 2,22; 2,60 Mcal/kg MS)
Costa (2012)	Níveis de energia metabolizável (0,96; 1,28; 1,72; 2,18; 2,62 Mcal/kg MS)
Fontenele (2014)	Níveis de energia metabolizável (1,18; 2,07; 2,25; 2,42; 2,69 Mcal/kg MS)
Pereira (2017)	Níveis de restrição alimentar (<i>ad libitum</i> , 30% e 60%)
Lima (2017)	Níveis de restrição alimentar (<i>ad libitum</i> , 30% e 60%)

Fonte: dados da pesquisa.

3.2 Procedimentos de abate

Todos os estudos foram oriundos de procedimentos de abate comparativo. Antes do abate, o peso corporal no jejum (PCJ) foi calculado como sendo o peso corporal (PC) depois de 18 horas de jejum hídrico e alimentar. Os animais foram atordoados de acordo com metodologia de abate humanitário, sangrados, esfolados e eviscerados. O sangue foi amostrado e pesado. As vísceras: trato gastrointestinal (omaso, abomaso, rúmen, retículo, intestino grosso e delgado), bexiga e vesícula, foram lavadas e, após a secagem, foram pesadas. Também foram pesados os órgãos: fígado, coração, trato respiratório (traqueia + pulmões + língua + esôfago), rins, trato reprodutivo e baço, partes do corpo: carcaça, cabeça, sangue e patas e gorduras: omental, perirrenal, mesentérica e gordura do coração. A pele foi pesada e amostrada no abate e congelada.

Todos os componentes do corpo foram inicialmente congelados à -20°C. O PCVZ foi definido como o PCJ menos o conteúdo do aparelho digestivo. Após o abate, todas as carcaças foram pesadas quentes (aproximadamente 1 hora após o abate) e depois resfriadas a 4°C durante aproximadamente 24 horas. Posteriormente, as carcaças foram novamente pesadas e depois cortadas longitudinalmente ao meio com uma serra de fita. A seção HH (9^a, 10^a e 11^a costelas) foi removida da meia carcaça esquerda de acordo com a metodologia de

Hankins e Howe (1946). Os órgãos, o sangue, as patas e a cabeça foram moídos juntamente com a meia carcaça direita e a seção HH em um moedor de carne industrial, em seguida foram armazenados em sacos plásticos e congelados à -20°C.

As amostras de cada animal foram descongeladas, secas em estufa com circulação forçada de ar a 55°C durante 72 horas. As amostras pré-secas foram processadas em multiprocessador e moídas em moinho de bola e armazenadas em recipientes fechados à temperatura ambiente.

3.3 Análises químicas e conteúdo corporal de energia

As amostras pré-secas foram analisadas para conteúdo de matéria seca (MS) (AOAC, 1990; método 930,15), em seguida, a gordura foi extraída com éter de petróleo em aparelho Soxhlet, durante 12 horas (AOAC, 1990; método 920,39). Após extração da gordura com éter de petróleo, as amostras foram moídas em moinho de bola e analisadas para cálculo do teor de proteína bruta (PB) (AOAC, 1990; método 984,13). O conteúdo de água, gordura e PB do CVZ foi determinado em função da proporcionalidade do conteúdo de água, gordura e proteína dos componentes (pele, carcaça, órgãos + cabeça + patas + sangue) analisados separadamente e então somados, totalizando 100% do PCVZ.

Os conteúdos corporais de gordura (CCG) e proteína (CCP) foram determinados de acordo com as suas percentagens no CVZ. O conteúdo corporal de energia (CCE) foi obtido de acordo com a equação alométrica (ARC, 1980):

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

A variável OV foi determinada a partir do somatório do peso (Kg) dos órgãos (trato respiratório, trato reprodutivo, coração, fígado, baço e rins) e vísceras (trato digestivo, bexiga e vesícula), e a variável GV foi determinada a partir do somatório do peso (Kg) das gorduras omental, perirrenal, mesentérica e gordura do coração, sendo ambas as variáveis posteriormente passadas para %PCVZ. Na Tabela 3, é apresentada a estatística descritiva das variáveis utilizadas nos modelos de predição e da composição química da carcaça, CVZ e da seção HH.

Tabela 3 – Estatística descritiva das variáveis utilizadas nas equações de predição e composição química da carcaça, corpo vazio e seção HH de ovinos deslanados

Variáveis	Média	Mínimo	Máximo	DP ^a
Peso de corpo vazio, kg	17,48	6,43	31,18	4,90
Peso de carcaça quente, kg	10,26	3,54	19,08	3,00
Rendimento de carcaça, kg	46,62	32,66	57,05	4,49
^b Gordura Visceral	4,50	1,30	12,45	2,38
^b Órgãos mais vísceras	17,64	10,70	29,72	5,16
Composição química				
Carcaça				
Água, %	63,49	49,81	75,32	5,62
Proteína bruta, %	14,02	7,70	20,83	2,91
Extrato etéreo, %	17,34	1,85	39,26	7,78
Energia, Mcal/kg	2,42	1,03	4,20	0,65
Corpo vazio				
Água, %	64,27	53,63	75,76	4,50
Proteína bruta, %	15,02	8,97	23,43	2,45
Extrato etéreo, %	15,96	2,52	34,56	6,68
Energia, Mcal/kg	2,35	1,30	2,76	0,35
Seção HH				
Água, %	62,15	49,27	75,76	6,08
Proteína bruta, %	14,41	5,43	22,38	3,79
Extrato etéreo, %	19,59	1,37	43,93	9,09
Energia, Mcal/kg	2,65	1,10	4,45	0,73

^aDP=Desvio Padrão; ^bPorcentagem no PCVZ; Fonte: dados da pesquisa.

3.4 Análise Estatística

Inicialmente, para predição da composição química corporal a partir da seção HH foi avaliada quanto a sua precisão, utilizando o coeficiente de correlação de Pearson (r) e, sua acurácia, ajustando-se a equação de regressão linear entre os valores preditos (variável independente) e observados (variável dependente). Os parâmetros de equação foram testados, conjuntamente pelo teste Wald: $H_0: \beta_0=0$ e $\beta_1=1$, H_a : não H_0 , onde adotou-se um nível de significância de 1% ($P < 0,01$), para isso foi utilizado o software estatístico R (R

Development Core Team, 2017) com o pacote aod, versão 3.4 (LESNOFF; LANCELOT, 2012).

Posteriormente seguindo a metodologia de Marcondes *et al.* (2012), que utilizaram uma modificação da abordagem proposta por Seo *et al.* (2006), foram realizadas três etapas para desenvolver as equações empíricas. Inicialmente foi realizada uma regressão múltipla pelo método dos mínimos quadrados ordinários (OLS) para determinar as variáveis significativas a serem incluídas nos modelos, usando o método *stepwise* para prever a composição química da carcaça e do CVZ. As variáveis incluídas no procedimento *stepwise* foram: água da seção HH (Água H %), proteína bruta da seção HH (PBH %), extrato etéreo da seção HH (EEH %), energia da seção HH (ENH Mcal/kg), gordura visceral (GV %PCVZ), órgãos mais vísceras (OV %PCVZ) e rendimento de carcaça (RC %). As variáveis PCQ (kg) e o PCVZ (kg) também foram incluídos como variáveis independentes. Adotou-se nível de significância de 1% ($P < 0,01$) e as variáveis selecionadas foram utilizadas na próxima etapa.

Na etapa seguinte, utilizou-se um modelo de regressão de coeficientes aleatórios para identificar efeitos fixos e aleatórios significativos usando regressão de mínimos quadrados generalizados (GLS). O nível crítico de significância foi assumido como sendo 5% ($P < 0,05$) para o efeito fixo (raça e sexo) e 20% ($P < 0,20$) para o efeito aleatório (estudo). O resíduo *studentizado* foi utilizado para identificar *outliers* e pontos influentes. Três estruturas de matrizes de variâncias e covariâncias foram testadas no modelo de coeficientes aleatórios: componentes de variância (VC), não estruturada (UN) e autoregressiva heterogênea 1 [ARH (1)] e o critério de informação de Akaike (AIC) foi usado para selecionar o melhor modelo. Finalmente, na terceira etapa, outra regressão de OLS foi realizada com os efeitos fixos selecionados e as variáveis independentes obtidas na primeira etapa. A regressão final foi obtida sem incluir as variáveis aleatórias.

Equações simplificadas foram desenvolvidas sem a inclusão das variáveis GV e OV. Neste caso, apenas os componentes da seção HH, RC, PCQ e o PCVZ foram incluídos nos passos descritos anteriormente. Essas equações foram comparadas com os modelos completos usando o método Delta AIC (ΔAIC) como descrito por Burnham e Anderson (2002):

$0 < \Delta AIC < 2$, os modelos são indiferentes.

$4 < \Delta AIC < 7$, os modelos testados possuem leves diferenças.

$\Delta AIC > 10$, os modelos testados possuem diferenças significativas.

Todas as análises de regressão foram realizadas utilizando PROC REG (SAS Inst. Inc., Cary, NC) para OLS e PROC MIXED do SAS para GLS. A máxima verossimilhança restrita foi utilizada como critério de convergência no PROC MIXED do SAS.

3.5 Análise de sensibilidade

A análise de *bootstrap* foi utilizada para avaliar a robustez das equações desenvolvidas utilizando o software estatístico R, com o pacote boot, versão 1.3 (CANTY; RIPLEY, 2017). Este procedimento consistiu em construir uma distribuição por meio de reamostragem da base de dados como descrito por Davison e Hinkley (1997). O *bootstrap* foi conduzido replicando o banco de dados e reamostrando esse conjunto de amostras 2.000 vezes (SIMON, 1997). Os vieses foram estimados pela diferença entre as estimativas, usando o procedimento de reamostragem e o procedimento OLS da terceira etapa.

Em uma análise separada, a técnica de validação cruzada foi usada para estimar o erro quadrático médio (EQM) de cada equação empírica de acordo com Davison e Hinkley (1997) usando o software estatístico R, pacote DAAG, versão 1.22 (MAINDONALD; BRAUN, 2015). Esta análise consistiu em separar aleatoriamente o banco de dados em dois grupos *a priori*, em que um grupo é usado para ajustar o modelo e o outro grupo é usado para testá-lo. Esse procedimento foi repetido 2.000 vezes e a média do EQM foi calculada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Carcaça

4.1.1 Equações simples

Ao avaliar a estimativa da composição química da carcaça por meio da seção HH observou-se correlação satisfatória ($r \geq 0,80$) entre os valores estimados e observados para água ($r = 0,83$), extrato etéreo (EE) ($r = 0,94$) e energia (EN) ($r = 0,92$), com exceção da proteína bruta (PB) ($r = 0,63$) que apresentou moderada correlação ($0,60 \leq r \leq 0,80$) (Tabela 4). Valores semelhantes de correlação entre EE da carcaça e da seção HH foram encontrados por Hankins e Howe (1946), Maia *et al.* (2014) e Menezes *et al.* (2015) e para água por Costa *et al.* (2014).

Tabela 4 - Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis observadas na carcaça e estimadas na seção HH de ovinos deslanados

Variável	Água H ^a	PBH ^b	EEH ^c	ENH ^d
Extrato Etéreo	-0,75***	-0,70***	0,94***	0,89***
Proteína Bruta	0,21**	0,63***	-0,44***	-0,33***
Água	0,83***	0,44***	-0,89***	-0,92***
Energia	-0,78***	-0,63***	0,94***	0,92***

^aÁgua H = conteúdo de água na seção HH(%); ^bPBH = conteúdo de proteína bruta na seção HH (%); ^cEEH = conteúdo de extrato etéreo na seção HH (%); ^dENH = conteúdo de energia na seção HH (Mcal/kg); ***($P < 0,001$); **($P < 0,01$); *($P < 0,05$); ns = não significativo. Fonte: dados da pesquisa.

As análises estatísticas das regressões encontradas (Tabela 5) determinaram que a hipótese de nulidade ($H_0: \beta_0 = 0$ e $\beta_1 = 1$) para os conteúdos de água, EE e EN foram aceitas pelo teste de Wald ($P < 0,01$). Entretanto, para o conteúdo de PB a hipótese de nulidade foi rejeitada ($P = 0,02$) (Tabela 5), demonstrando que a variação do conteúdo de PB na carcaça não acontece na mesma proporção do conteúdo de PB na seção HH (PBH) em ovinos deslanados.

Os bons coeficientes de determinação (Tabela 5) encontrados inicialmente nas equações de regressão geradas sem a introdução dos efeitos de raça e sexo confirmaram a hipótese que a seção HH é capaz de prever a composição química em água, EE e EN da carcaça de ovinos deslanados. Resultados similares foram encontrados por Costa *et al.* (2014)

na predição da composição química da carcaça de cordeiros Morada Nova a partir da composição química da seção HH.

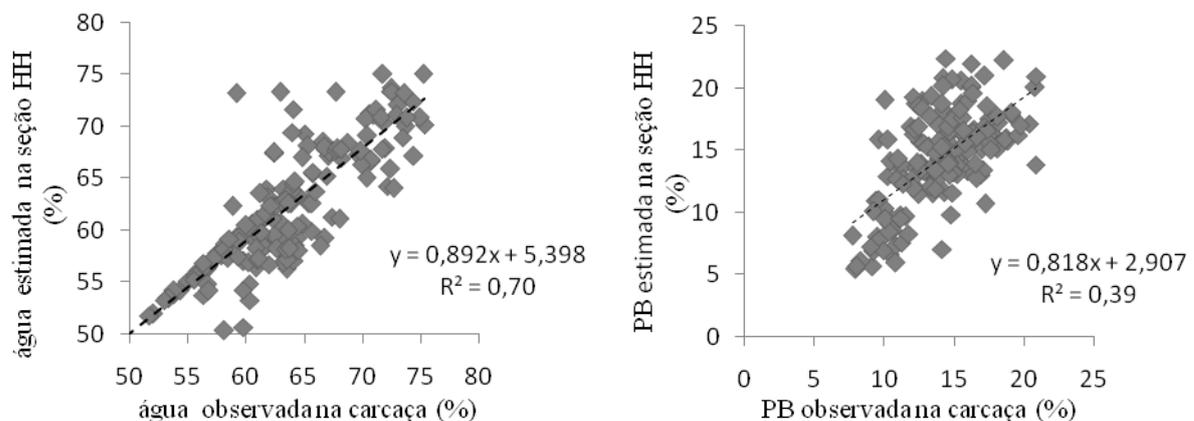
Tabela 5 - Estimativa dos parâmetros descritivos e probabilidade das hipóteses de nulidade, coeficiente de determinação para os valores estimados e observados dos conteúdos de água, PB, EE e EN na carcaça de ovinos deslanados

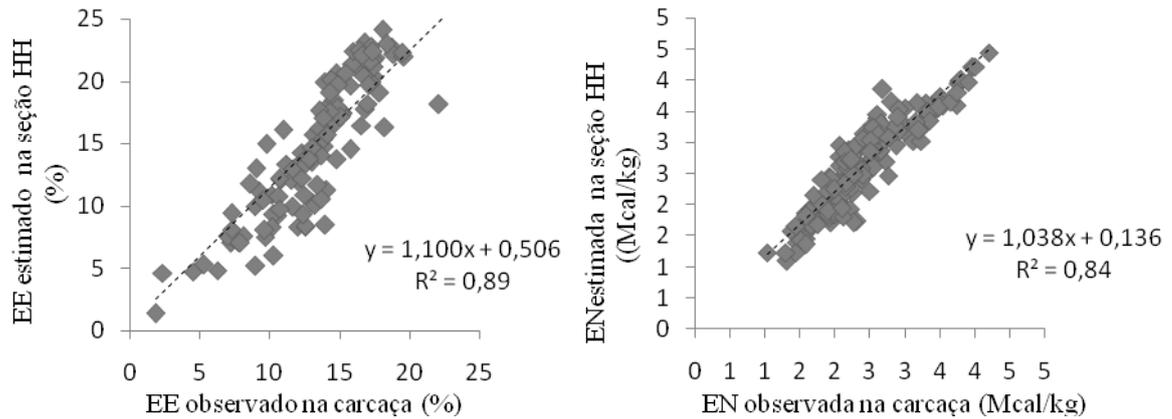
Variável	Regressão			
	Intercepto	Coeficiente de inclinação	Valor P ^a	R ^{2b}
Água	5,39	0,89	0,00	0,70
Proteína Bruta	2,90	0,82	0,02	0,39
Extrato Etéreo	0,51	1,10	0,00	0,89
Energia	0,14	1,04	0,00	0,84

^aH₀: $\beta_0 = 0$ e $\beta_1 = 1$, H_a = não H₀; ^bR²= coeficiente de determinação; Fonte: dados da pesquisa.

O baixo coeficiente de determinação encontrado para o conteúdo de PB na carcaça indicou que a PBH não foi capaz de prever o conteúdo de proteína bruta na carcaça de ovinos deslanados (Figura 2), diferindo dos resultados encontrados por Hankins e Howe (1946), trabalhando com bovinos taurinos, Marcondes *et al.* (2012) com bovinos zebuínos e Maia *et al.* (2014) com ovinos deslanados. Esse fato pode ser explicado pela composição do banco de dados utilizado no presente estudo, pois sabe-se que raças e sexos diferentes apresentam diferenças nas deposições de seus constituintes químicos corporais (ARC, 1980; MARCONDES *et al.*, 2012), sendo essas diferenças mais pronunciadas quando os animais atingem à maturidade.

Figura 2 - Relação entre os conteúdos de água, PB, EE e EN observados na carcaça e estimados pela seção HH em ovinos deslanados





Fonte: dados da pesquisa.

4.1.2 Equações múltiplas

Posteriormente, um modelo de regressão linear múltipla foi testado utilizando além das variáveis da composição química da seção HH (água da seção HH (Água H %), proteína bruta da seção HH (PBH %), extrato etéreo da seção HH (EEH %), energia da seção HH (ENH Mcal/kg) as variáveis de abate (gordura visceral (GV %PCVZ), órgãos mais vísceras (OV %PCVZ), rendimento de carcaça (RC %), peso de carcaça quente (PCQ kg) e peso de corpo vazio (PCVZ kg) determinadas e os efeitos de raça e sexo. Na Tabela 6, estão apresentados os respectivos coeficientes de correlação de Pearson entre essas variáveis e a conteúdo em água, PB, EE e EN da carcaça de ovinos deslanados.

Tabela 6 - Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis observadas na carcaça e as variáveis utilizadas no ajuste dos modelos de predição da composição química em água, EE, PB e EN em ovinos deslanados

Variável	GV ^a	OV ^b	RC ^c	PCQ ^d	PCVZ ^e
Água	-0,25**	0,22**	-0,32***	-0,35***	-0,31***
Proteína Bruta	-0,15 ^{ns}	0,61***	-0,39***	-0,28**	-0,34***
Extrato Etéreo	0,26**	-0,50*	0,50***	0,44***	0,43***
Energia	0,25**	-0,41***	0,46***	0,42***	0,39***

^aGV = gordura visceral (%PCVZ); ^bOV = órgãos mais vísceras (%PCVZ); ^cRC = rendimento de carcaça (kg); ^dPCQ = peso de carcaça quente (kg); ^ePCVZ = peso de corpo vazio (kg); *** (P < 0,001); ** (P < 0,01); * (P < 0,05); ns = não significativo.

Na predição de água da carcaça, houve efeito de raça (P < 0,0001) e sexo (P = 0,0001) e a ARH (1) foi a melhor estrutura de variância (AIC = 954,9). As equações 1, 2, 3, 4, 5 e 6 (Tabela 10) representaram respectivamente 51,96, 82,15, 91,06, 75,33, 74,72 e 74,26%

da variação de água na carcaça de ovinos deslanados, dos quais 97,90% foram explicados pela a ENH e apenas 1,20% pela variável RC.

Essa relação entre água e energia encontrada pode ser explicada pelo fato dos conteúdos de EE e a EN possuírem uma intensa relação de proporcionalidade no corpo do animal, visto que a gordura é a fração do corpo que apresenta o maior equivalente calórico, 9,3929 Mcal em detrimento aos 5,6405 Mcal da proteína (ARC, 1980), bem como a relação inversamente proporcional que estes estabelecem com a água. À medida que os conteúdos corporais de gordura e energia aumentam, ocorre declínio nos conteúdos de água, pois os ácidos graxos, constituintes da gordura corporal, apresentam menos de 10% de água em sua constituição (PAULINO, 2002). A inclusão da variável RC também está associada ao aumento na taxa de deposição de gordura.

As equações 2 a 6 geradas para a predição do conteúdo de água da carcaça de ovinos deslanados indicam baixa dispersão dos dados, sugerindo equações bem ajustadas. Contudo, a equação 1 (equação de predição do conteúdo de água de machos não castrados Santa Inês) teve o menor coeficiente de determinação, demonstrando menor ajuste aos dados, o que pode estar associado às oscilações na maturação fisiológica; pois machos não castrados apresentam maturação fisiológica mais tardia que machos castrados e fêmeas e a raça Santa Inês representa uma raça de maturação fisiológica mediana quando comparada às outras raças utilizadas. Assim, dentro do intervalo de peso utilizado (28 kg a 30 kg) e os planos nutricionais distintos ofertados (diferentes níveis de energia metabolizável na dieta e restrição alimentar), machos não castrados poderiam ou não ter começado a fase de maturação fisiológica, fase que determina a diminuição nos teores de água por conta do aumento dos teores de gordura, implicando em dispersões nas observações de água dentro da mesma raça e sexo, dando a equação 1 menor ajuste.

Os pequenos vieses encontrados na análise de *bootstrap* sugeriram que as variáveis ENH e RC foram consistentes e suficientes na predição da água da carcaça (Tabela 7) e os baixos erros quadráticos médios (EQM) encontrados na validação cruzada (5,95, 0,00, 2,07, 7,44, 3,73 e 7,19, respectivamente para as equações 1 a 6) confirmaram a confiabilidade dessas equações.

Para a determinação da PB da carcaça a análise de *stepwise* indicou que as variáveis PBH e OV como as mais significativas ($P < 0,01$), houve efeito de raça ($P < 0,0001$), porém não houve efeito de sexo ($P = 0,24$) e a ARH (1) foi a melhor estrutura de variância (AIC = 1089,5). As equações 7 a 9 (Tabela 10) representaram respectivamente 9,54,

6,08 e 27,62% da variação de PB da carcaça de cordeiros deslanados, dos quais 83,12% foram explicados pela PBH e 16,88% por OV.

Tabela 7 - Vieses estimados pela técnica de *bootstrap* para as equações 1 a 6

Equação	Intercepto	ENH ^a	RC ^b
1	-0,189	-0,049	0,007
2	-0,643	-0,013	0,014
3	-0,117	-0,020	0,003
4	2,189	0,154	-0,055
5	-0,589	0,034	0,009
6	6,345	-0,566	-0,097

^aENH = energia da seção HH; ^bRC = rendimento de carcaça; Fonte: dados da pesquisa.

Os baixos coeficientes de determinação na predição da PB da carcaça sugerem que a composição química da seção HH e as demais variáveis inseridas nesse estudo não foram capazes de prever o conteúdo de PB da carcaça de ovinos deslanados assim como nas equações simples geradas, confirmando a rejeição da hipótese nulidade pelo teste de Wald. O que pode ser explicado pelo fato do banco de dados ser formado por ovinos deslanados em crescimento inseridos em diferente planos alimentares, que em sua maioria poderiam não ter atingido a maturação química corporal (fase em que ocorre a estabilização do conteúdo de proteína corporal) fato esse evidenciado pela ausência do efeito de sexo na predição, gerando assim alta dispersão dos dados.

Houve efeito de raça ($P < 0,0001$) e sexo ($P = 0,0016$), a ARH (1) foi a melhor estrutura de variância ($AIC = 1148,8$) na predição do conteúdo de EE da carcaça de ovinos deslanados, cuja análise *stepwise* indicou que extrato etéreo da seção HH (EEH) e água da seção HH (Água H) foram as variáveis mais significativas ($P < 0,01$). Resultados semelhantes foram encontrados por Marcondes *et al.* (2012) que também evidenciaram o EEH como a variável com maior participação na predição do EE da carcaça de bovinos zebuínos.

As equações 10, 11, 12, 13, 14 e 15 (Tabela 10) representam respectivamente 85,28, 83,53, 89,77, 76,81, 88,01 e 85,24% da variação de EE na carcaça, dos quais 98,68% foram explicados pelo EEH e apenas 1,32% pela Água H. A variável Água H que entrou para ajuste da equação, pode estar associada à relação inversamente proporcional entre água e gordura, ligada ao decréscimo do teor de água em relação ou aumento da deposição do teor de gordura à medida que o peso corporal se eleva (FERREIRA *et al.*, 1998; AFRC, 1993).

Os pequenos vieses (Tabela 8) encontrados na análise de *bootstrap* sugeriram que as variáveis EEH e Água H são consistentes e suficientes na predição do EE da carcaça, e os baixos EQM encontrados na validação cruzada (2,61, 2,76, 4,52, 3,84, 3,31, 5,75, respectivamente para as equações 10, 11, 12, 13, 14 e 15) confirmam a confiabilidade dessas equações.

Tabela 8 - Vieses estimados pela técnica de *bootstrap* para as equações 10 a 15

Equação	Intercepto	EEH ^a	Água H ^b
10	0,719	-0,018	-0,022
11	-0,130	0,002	0,002
12	-1,741	0,013	0,024
13	0,716	0,004	0,012
14	-10,579	0,063	0,157
15	-1,855	0,041	0,019

^aEEH = extrato etéreo da seção HH; ^bÁgua H = água da seção HH; Fonte: dados da pesquisa.

O EEH foi a variável mais significativa ($P < 0,01$) na predição da EN da carcaça, explicando 100% dessa variação, resultado este esperado, pois a gordura é o constituinte corporal de maior densidade energética. Houve efeito de raça ($P < 0,0001$) e sexo ($P = 0,0001$) e a ARH (1) foi a melhor estrutura de variância ($AIC = 267,8$). As equações 16, 17, 18, 19, 20 e 21 (Tabela 10) representam respectivamente 65,72, 84,25, 82,16, 70,38, 78,70, 76,23% da variação do conteúdo de EN na carcaça.

Os pequenos vieses encontrados na análise de *bootstrap* sugeriram que a variável EEH foi consistente e suficiente na predição do conteúdo de EN da carcaça de ovinos deslanados (Tabela 9). Os EQM encontrados na validação cruzada também foram baixos (0,05, 0,02, 0,05, 0,04, 0,01, 0,06, respectivamente para as equações 16, 17, 18, 19, 20 e 21), confirmando a confiabilidade dessas equações.

Tabela 9 - Vieses estimados pela técnica de *bootstrap* para as equações 16 a 21

Equação	Intercepto	EEH ^a
16	0,00	0,00
17	0,00	0,00
18	0,002	0,00
19	-0,004	0,00
20	0,003	0,00
21	-0,007	0,00

^aEEH = extrato etéreo da seção HH; Fonte: dados da pesquisa.

Tabela 10 - Equações obtidas a partir de regressões múltiplas para a predição da composição da carcaça por meio da composição química da seção HH e variáveis de abate em ovinos deslanados

Nº	Raça ^a	Sexo ^b	Equação ^c	R ^{2d}	EQM ^e
Conteúdo de água (%)					
1	SI	MNC	79,63 (± 3,51) - 3,62 (± 1,18) x ENH - 0,15 (± 0,12) x RC	0,52	5,09
2	MN	MNC	73,84 (± 3,58) - 7,82 (± 0,54) x ENH + 0,23 (± 0,07) x RC	0,82	4,65
3	SB	MNC	85,58 (± 2,69) - 8,14 (± 0,48) x ENH + 0,01 (± 0,06) x RC	0,91	1,72
4	SI	MC	82,05 (± 9,83) - 10,37 (± 2,76) x ENH + 0,13 (± 0,33) x RC	0,75	4,74
5	MN	MC	87,17 (± 18,51) - 7,28 (± 1,57) x ENH - 0,16 (± 0,41) x RC	0,75	3,08
6	MN	F	93,43 (± 12,90) - 6,29 (± 1,41) x ENH - 0,36 (± 0,27) x RC	0,74	3,45
Conteúdo de proteína bruta (%)					
7	SI	-	7,96 (± 3,47) + 0,06 (± 0,15) x PBH + 0,29 (± 0,14) x OV	0,09	5,64
8	MN	-	9,08 (± 2,41) - 0,14 (± 0,09) x PBH + 0,20 (± 0,13) x OV	0,06	3,96
9	SB	-	4,75 (± 2,59) + 0,40 (± 0,12) x PBH + 0,18 (± 0,20) x OV	0,28	2,68
Conteúdo de extrato etéreo (%)					
10	SI	MNC	-17,40 (± 7,03) + 0,86 (± 0,08) x EEH + 0,28 (± 0,09) x Água H	0,85	2,61
11	MN	MNC	34,91 (± 7,32) - 0,22 (± 0,09) x EEH - 0,39 (± 0,09) x Água H	0,83	2,76
12	SB	MNC	84,93 (± 13,76) + 0,19 (± 0,12) x EEH - 1,07 (± 0,18) x Água H	0,90	4,52
13	SI	MC	- 6,32 (± 10,11) + 0,65 (± 0,12) x EEH + 0,16 (± 0,14) x Água H	0,77	3,84
14	MN	MC	16,31 (± 11,45) + 0,73 (± 0,11) x EEH + 0,30 (± 0,16) x Água H	0,88	3,31
15	MN	F	- 9,99 (± 10,12) + 0,58 (± 0,09) x EEH + 0,25 (± 0,15) x Água H	0,85	5,75

Continua...

Conclusão.

Tabela 10 - Equações obtidas a partir de regressões múltiplas para a predição da composição da carcaça por meio da composição química da seção HH e variáveis de abate em ovinos deslanados

Nº	Raça ^a	Sexo ^b	Equação ^c	R ^{2d}	EQM ^e
Conteúdo de energia (Mcal/kg)					
16	SI	MNC	$1,43 (\pm 0,09) + 0,05 (\pm 0,01) \times \text{EEH}$	0,66	0,04
17	MN	MNC	$1,13 (\pm 0,05) + 0,06 (\pm 0,003) \times \text{EEH}$	0,84	0,02
18	SB	MNC	$1,16 (\pm 0,17) + 0,07 (\pm 0,005) \times \text{EEH}$	0,82	0,04
19	SI	MC	$1,25 (\pm 0,19) + 0,05 (\pm 0,01) \times \text{EEH}$	0,70	0,03
20	MN	MC	$1,41 (\pm 0,19) + 0,05 (\pm 0,01) \times \text{EEH}$	0,79	0,01
21	MN	F	$1,55 (\pm 0,18) + 0,04 (\pm 0,01) \times \text{EEH}$	0,76	0,02

^aSI = Santa Inês; MN = Morada Nova; SB = Somalis Brasileira; ^bMNC = macho não castrado; MC = macho castrado; F = fêmea; ^cÁgua H = conteúdo de água da seção HH (%); PBH = conteúdo de proteína bruta da seção HH (%); EEH = conteúdo de extrato etéreo da seção HH (%); ENH = conteúdo de energia da seção HH (Mcal/kg); OV = órgãos mais vísceras (%PCVZ); RC = rendimento de carcaça (%); ^dR² = coeficiente de determinação; ^eEQM = erro médio quadrático. Fonte: dados da pesquisa.

4.2 Corpo vazio

4.2.1 Equações simples

A análise de correlação entre as variáveis da composição química do corpo vazio (CVZ) e da seção HH evidenciaram um moderado coeficiente de correlação de Pearson ($60\% > r < 80\%$), entre a PB do CVZ e da seção HH ($r = 0,69$). Assim como na carcaça, o EE foi a variável que apresentou o maior coeficiente de correlação de Pearson ($r = 0,95$), seguido de EN ($r = 0,92$) e água ($r = 0,85$) (Tabela 11). Alleoni *et al.* (1997), Henrique *et al.* (2003) em seus estudos com bovinos e Costa *et al.* (2014) com ovinos, também evidenciaram alta correlação entre a porcentagem de EE do CVZ e a estimada pela seção HH.

Tabela 11 - Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis observadas no corpo vazio e estimadas na seção HH em ovinos deslanados

Variável	Água H ^a	PBH ^b	EEH ^c	ENH ^d
Água	0,85***	0,41***	-0,87***	-0,89***
Proteína Bruta	0,44***	0,69***	-0,66***	-0,57***
Extrato etéreo	-0,79***	-0,67***	0,95***	0,92***
Energia	-0,80***	-0,60***	0,94***	0,92***

^aÁgua H = conteúdo de água na seção HH(%); ^bPBH = conteúdo de proteína bruta na seção HH (%); ^cEEH = conteúdo de extrato etéreo na seção HH (%); ^dENH = conteúdo de energia na seção HH (Mcal/kg); ***($p < 0,001$); **($p < 0,01$); *($p < 0,05$); ns: não significativo. Fonte: dados da pesquisa.

Segundo as análises estatísticas das regressões (Tabela 12), encontradas a hipótese de nulidade ($H_0: \beta_0 = 0$ e $\beta_1 = 1$) para o conteúdo de água, PB, EE e EN não foram rejeitadas pelo teste de Wald ($P < 0,01$); o que afirma que a seção HH pode fornecer uma estimativa satisfatória dos conteúdos de água, PB, EE e EN de cordeiros deslanados.

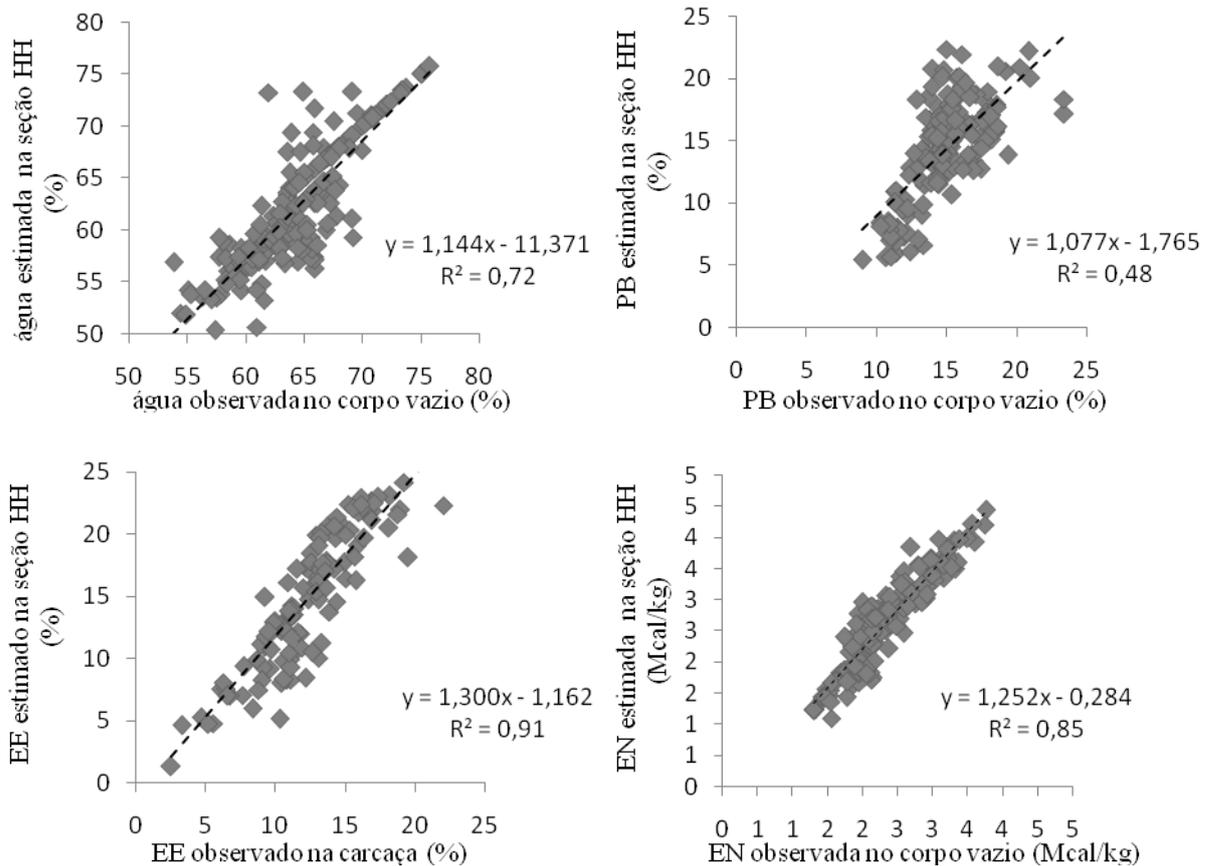
Diferindo da carcaça a hipótese de nulidade para o conteúdo de PB no CVZ não foi rejeitada pelo teste de Wald, porém um baixo coeficiente de determinação foi encontrado na equação de predição gerada, sugerindo assim como na carcaça que a PBH sozinha não foi suficiente para prever a PB do CVZ de ovinos deslanados (Figura 3), o que nesse caso pode estar associado à falta de efeito de sexo e raça, visto a composição do banco de dados utilizado e a dispersão que pode ter sido causada pelas diferenças nas deposições dos constituintes químicos entre as raças e sexos utilizados.

Tabela 12 - Estimativa dos parâmetros descritivos e probabilidade para hipóteses de nulidade, coeficiente de determinação para os valores estimados e observados da porcentagem de água, PB, EE e EN no corpo vazio de ovinos deslançados

Variável	Regressão			
	Intercepto	Coeficiente de inclinação	Valor P ^a	R ^{2b}
Água	-11,37	1,14	0,00	0,72
Proteína	-1,76	1,08	0,01	0,48
Extrato etéreo	-1,16	1,30	0,00	0,91
Energia	-0,28	1,25	0,00	0,85

^aValor P para H₀: $\beta_0 = 0$ e $\beta_1 = 1$, H_a = não H₀; ^bR²= coeficiente de determinação; Fonte: dados da pesquisa.

Figura 3 - Relação entre os conteúdos de água, PB, EE e EN observados no corpo vazio e estimados pela seção HH em ovinos deslançados



Fonte: dados da pesquisa.

4.2.2 Equações múltiplas

Assim como para a carcaça, um modelo de regressão linear múltipla foi testado com a inclusão dos efeitos de raça e sexo e com a inclusão de novas variáveis obtidas no abate desses animais. As variáveis escolhidas ($P < 0,01$) para compor o ajuste dos modelos de predição dos conteúdos em água, PB, EE e EN do CVZ de ovinos deslanados e seus respectivos coeficientes de correlação de Pearson estão apresentadas na Tabela 13.

Tabela 13 - Coeficientes de correlação de Pearson entre as variáveis observadas no corpo vazio e as variáveis utilizadas no ajuste dos modelos de predição da composição química em água, EE, PB e EN em ovinos deslanados

Variável	GV ^a	OV ^b	RC ^c	PCQ ^d	PCVZ ^e
Água	-0,46***	0,33***	-0,43***	-0,47***	-0,45***
Proteína Bruta	-0,21**	0,57***	-0,42***	-0,28**	-0,31***
Extrato Etéreo	0,39***	-0,53***	0,52***	0,47***	0,46***
Energia	0,40***	-0,47***	0,49***	0,48***	0,46***

^aGV = gordura visceral (%PCVZ); ^bOV = órgãos mais vísceras (%PCVZ); ^cRC = rendimento de carcaça (kg); ^dPCQ = peso de carcaça quente (kg); ^ePCVZ = peso de corpo vazio (kg); ***($P < 0,001$); **($P < 0,01$); *($P < 0,05$); ns = não significativo. Fonte: dados da pesquisa.

A carcaça é o principal constituinte do CVZ, fato esse que determina o comportamento similar entre os dois, uma vez que os componentes não carcaça inseridos no CVZ não representam grande porção do PCVZ, afetando minimamente a composição final deste (COSTA E SILVA *et al.*, 2012). Foram encontrados efeitos significativos de raça e sexo na predição dos conteúdos de PB, EE e EN do CVZ de ovinos deslanados, determinando-se uma equação para cada categoria, porém para o conteúdo de água esses efeitos não foram observados, determinando apenas a equação 22 (Tabela 18).

As variáveis mais significativas ($P < 0,01$) para a predição do conteúdo de água no CVZ foram ENH e GV. Assim como na carcaça, a Água H não foi uma boa variável na predição do conteúdo de água do CVZ, bem como a ENH foi a variável mais significativa explicando 96,36% dessa variação, como já mencionada. Isso se deve ao fato do teor de água no CVZ decrescer com o aumento da deposição de gordura.

Não houve efeito de raça ($P < 0,3921$) e sexo ($P < 0,1527$) e VC foi a melhor estrutura de variância (AIC = 868,1). A equação 22 (Tabela 18) representa 84,34% da variação do conteúdo de água do CVZ de ovinos deslanados. Os baixos vieses (Tabela 15) encontrados na análise de *bootstrap* sugerem que essas variáveis foram consistentes e suficientes na predição do conteúdo de água do CVZ. O erro quadrático médio encontrado na validação cruzada também foi baixo (3,58), confirmando a confiabilidade da equação 22.

Tabela 14 - Vieses estimados pela técnica de *bootstrap* para a equação 22

Equação	Intercepto	ENH ^a	GV ^b
22	0,46	-0,14	0,0003

^aENH = energia da seção HH; ^bGV = gordura visceral; Fonte: dados da pesquisa.

Para a predição da PB no CVZ a análise de *stepwise* indicou que a PBH, Água H e OV foram as variáveis mais significativas ($P < 0,01$). Houve efeito de raça ($P < 0,0001$) e sexo ($P < 0,0001$) e a ARH (1) foi a melhor estrutura de variância (AIC = 1054,3). As equações 28, 29, 30, 31, 32 e 33 (Tabela 18) representaram respectivamente 26,71, 15,02, 40,47, 9,46, 60,62, 82,99% da variação de PB na carcaça de cordeiros deslanados, dos quais 84,77% foram explicados pela PBH e apenas 12,10% explicados pela água da seção HH.

A água e a proteína possuem uma correlação positiva entre si, devido ao fato do tecido proteico apresentar maior quantidade de água em relação aos demais tecidos corporais (SANZ SAMPELAYO *et al.*, 1995). Por isso, possuem o mesmo comportamento à maturidade: diminuem em resposta ao aumento dos teores de gordura. A variável OV explica apenas 0,03% do comportamento da PB no CVZ dos animais, o que pode ser explicado como já mencionado pelo declínio na taxa de crescimento muscular e aceleração no acréscimo de tecido adiposo nos órgãos quando o animal tende à maturidade.

As equações geradas para a predição do conteúdo de PB no CVZ em machos não castrados apresentaram baixo coeficiente de determinação, fato esse ocorrido pelo fato dessa categoria ser a mais tardia entre os sexos. A equação de predição para machos castrados da raça Somalis Brasileira foi a que obteve melhor ajuste entre as equações de predição do conteúdo de PB para machos não castrados, porém seu ajuste ainda foi baixo (0,40), determinando que nem todos os machos não castrados Somalis Brasileira tivessem alcançado a maturidade química corporal.

Embora os machos castrados apresentem maturidade intermediária, apenas os machos castrados Morada Nova apresentaram um médio valor de coeficiente de determinação (0,61) em sua equação de predição. Esse fato pode ser explicado pela condição de adaptação de cada raça ao plano nutricional ofertado (neste caso a restrição alimentar), a menor adaptação dos ovinos Santa Inês à restrição alimentar em relação aos ovinos Morada Nova pode ter influenciado na idade a maturação química desses animais; pois animais em restrição alimentar direcionam a maior parte dos nutrientes ingeridos para suprir suas exigências de manutenção, resultando em menor aporte de nutrientes direcionados para ganho de peso e acúmulo de gordura (PEREIRA *et al.*, 2017).

Comprovando a maturidade precoce das fêmeas, a equação 27 teve alto coeficiente de determinação (0,83), onde a PBH foi a principal variável preditora. Os pequenos vieses encontrados na análise de *bootstrap* para as equações 26 e 27 sugeriram que as variáveis PBH, Água H e OV foram consistentes e suficientes na predição da PB no CVZ (Tabela 15). Os EQM encontrados na validação cruzada também foram baixos (1,11 e 0,86 respectivamente para as equações 26 e 27), confirmando a confiabilidade dessas equações.

Tabela 15 - Vieses estimados pela técnica de *bootstrap* para as equações 26 e 27

Equação	Intercepto	PBH ^a	Água H ^b	OV ^c
26	-0,32	0,005	-0,01	0,08
27	0,31	-0,02	-0,005	-0,05

^aPBH = proteína bruta da seção HH; ^bÁgua H = água da seção HH; ^cOV = órgãos mais vísceras; Fonte: dados da pesquisa.

A análise de *stepwise* para a predição do EE do CVZ indicou que o EEH foi a variável mais significativa ($P < 0,01$), explicando 98,50% da variação de EE no CVZ, seguido de OV e GV explicando respectivamente 1,10 e 0,40% da variação de EE no CVZ. Houve efeito de raça ($P < 0,0001$) e sexo ($P = 0,0016$) e a ARH (1) foi a melhor estrutura de variância (AIC = 1131,2). As equações 28, 29, 30, 31, 32 e 33 (Tabela 18) representam respectivamente 87,93, 89,92, 88,29, 86,53, 96,09, 97,27% da variação de EE no CVZ de ovinos deslanados.

A inclusão das variáveis OV e GV pode estar relacionada ao comportamento dos depósitos de gordura no corpo do animal, que é crescente com a maturidade. Owens *et al.* (1993) afirmaram que, quando os órgãos atingem a maturidade, ocorre declínio na taxa de crescimento muscular e aceleração no acréscimo de tecido adiposo. Resultados semelhantes foram encontrados por Marcondes *et al.* (2012) que também evidenciaram as variáveis EEH e a GV como as variáveis de maior participação na predição do conteúdo de EE no CVZ de zebuínos.

Os pequenos vieses encontrados na análise de *bootstrap* sugeriram que essas variáveis foram consistentes e suficientes na predição do EE do CVZ (Tabela 16). Os erros quadráticos médios encontrados na validação cruzada (1,87, 3,12, 5,04, 3,81, 7,14 e 7,78 respectivamente para equações 28, 29, 30, 31, 32 e 33), confirmaram a alta confiabilidade dessas equações.

Tabela 16 - Vieses estimados pela técnica de *bootstrap* para as equações 28 a 33

Equação	Intercepto	EEH ^a	OV ^b	GV ^c
28	0,276	-0,009	-0,008	0,025
29	0,071	-0,006	-0,002	0,009
30	-0,479	0,001	0,035	0,011
31	-0,431	-0,022	0,010	0,211
32	1,181	0,001	-0,069	-0,031
33	2,720	-0,022	-0,139	-0,042

^aEEH = extrato etéreo da seção HH; ^bOV = órgãos mais vísceras; ^cGV = gordura visceral; Fonte: dados da pesquisa.

Assim como na predição da EN da carcaça a gordura foi a melhor variável preditora da EN no CVZ, sendo que 98,72% da variação explicada pelo EEH e 1,28% pela GV. Houve efeito de raça ($P < 0,0001$) e sexo ($P < 0,0001$) e a ARH (1) foi a melhor estrutura de variância (AIC = 104,9). As equações 35, 36, 37, 38, 39 e 40 (Tabela 18) representaram respectivamente 82,28, 84,16, 87,03, 88,33, 96,23, 93,08% da variação da EN no CVZ de cordeiros deslanados. As equações 35, 36, 37, 38 e 40 apresentaram pequenos vieses na análise de *bootstrap* sugerindo que as variáveis EEH e GV foram consistentes e suficientes na predição da EN no CVZ (Tabela 17). Os erros quadráticos médios encontrados na validação cruzada foram baixos (0,02, 0,03, 0,02, 0,02, 0,01, 0,00, respectivamente para as equações 35, 36, 37, 38 e 40) dando a essas equações alta confiabilidade.

Tabela 17 - Vieses estimados pela técnica de *bootstrap* para as equações 35 á 40

Equação	Intercepto	EEH ^a	GV ^b
35	0,003	-0,001	0,003
36	0,002	-0,001	0,002
37	0,008	-0,0004	0,002
38	-0,007	-0,002	0,016
39	0,011	-0,0002	-0,001
40	-0,01	-0,0003	0,002

^aEEH = extrato etéreo da seção HH; ^bGV = gordura visceral; Fonte: dados da pesquisa.

Tabela 18 - Equações obtidas a partir de regressões múltiplas para a predição da composição do corpo vazio por meio da composição química da seção HH e variáveis de abate em cordeiros deslanados

Nº	Raça ^a	Sexo ^b	Equação ^c	R ^{2d}	EQM ^e
<i>Conteúdo de Água (%)</i>					
22	-	-	79,49 (± 0,52) - 5,15 (± 0,19) x ENH - 0,34 (± 0,06) x GV	0,84	3,15
<i>Conteúdo de PB (%)</i>					
23	SI	MNC	-1,62 (± 4,96) + 0,23 (± 0,18) x PBH + 0,20 (± 0,08) x Água H + 0,07 (± 0,18) x OV	0,27	4,71
24	MN	MNC	16,32 (± 3,35) + 0,11 (± 0,08) x PBH + 0,001 (± 0,03) x Água H - 0,17 (± 0,08) x OV	0,15	1,30
25	SO	MNC	4,60 (± 2,31) + 0,23 (± 0,08) x PBH + 0,04 (± 0,05) x Água H + 0,24 (± 0,13) x OV	0,40	0,98
26	SI	MC	11,64 (± 4,32) + 0,08 (± 0,09) x PBH + 0,07 (± 0,08) x Água H - 0,12 (± 0,12) x OV	0,09	0,74
27	MN	MC	7,88 (± 3,50) + 0,22 (± 0,08) x PBH + 0,01 (± 0,05) x Água H + 0,20 (± 0,19) x OV	0,61	0,29
28	MN	F	14,67 (± 3,06) + 0,30 (± 0,05) x PBH + 0,004 (± 0,04) x Água H - 0,31 (± 0,17) x OV	0,83	0,22
<i>Conteúdo de EE (%)</i>					
29	SI	MNC	-9,89 (± 3,03) + 0,38 (± 0,06) x EEH - 0,24 (± 0,10) x OV + 0,90 (± 0,32) x GV	0,88	0,04
30	MN	MNC	6,29 (± 1,47) + 0,52 (± 0,03) x EEH - 0,26 (± 0,09) x OV + 0,44 (± 0,08) x GV	0,90	0,02
31	SO	MNC	7,14 (± 3,92) + 0,49 (± 0,05) x EEH - 0,14 (± 0,23) x OV + 1,04 (± 0,20) x GV	0,88	0,04
32	SI	MC	5,23 (± 6,75) + 0,31 (± 0,19) x EEH - 0,02 (± 0,22) x OV + 1,14 (± 0,53) x GV	0,86	0,03
33	MN	MC	3,82 (± 5,88) + 0,08 (± 0,09) x EEH + 0,25 (± 0,36) x OV + 1,22 (± 0,18) x GV	0,96	0,01
34	MN	F	-1,72 (± 4,37) + 0,22 (± 0,07) x EEH + 0,49 (± 0,25) x OV + 0,96 (± 0,13) x GV	0,97	0,02

Continua...

Conclusão.

Tabela 18 - Equações obtidas a partir de regressões múltiplas para a predição da composição do CVZ por meio da composição química da seção HH e variáveis de abate em cordeiros deslanados.

Nº	Raça ^a	Sexo ^b	Equação ^c	R ^{2d}	EQM ^e
<i>Conteúdo de EN (Mcal)</i>					
35	SI	MNC	$1,25 (\pm 0,07) + 0,02 (\pm 0,005) \times \text{EEH} + 0,21 (\pm 0,03) \times \text{GV}$	0,82	0,01
36	MN	MNC	$1,12 (\pm 0,06) + 0,05 (\pm 0,004) \times \text{EEH} + 0,04 (\pm 0,01) \times \text{GV}$	0,84	0,02
37	SO	MNC	$1,34 (\pm 0,11) + 0,04 (\pm 0,004) \times \text{EEH} + 0,08 (\pm 0,02) \times \text{GV}$	0,87	0,02
38	SI	MC	$1,23 (\pm 0,14) + 0,03 (\pm 0,01) \times \text{EEH} + 0,09 (\pm 0,04) \times \text{GV}$	0,88	0,01
39	MN	MC	$1,68 (\pm 0,12) + 0,01 (\pm 0,01) \times \text{EEH} + 0,10 (\pm 0,01) \times \text{GV}$	0,96	0,005
40	MN	F	$1,58 (\pm 0,14) + 0,02 (\pm 0,01) \times \text{EEH} + 0,08 (\pm 0,02) \times \text{GV}$	0,93	0,009

^aSI = Santa Inês; MN = Morada Nova; SB = Somalis Brasileira; ^bMNC = macho não castrado; MC = macho castrado; F = fêmea; ^cEEH = extrato etéreo da seção HH (%); Água H = água da seção HH (%); PBH = proteína bruta da seção HH (%); ENH = energia da seção HH (Mcal/kg); OV = órgãos mais vísceras (%PCVZ); GV = gordura visceral (%PCVZ); ^dR² = coeficiente de determinação; ^eEQM = erro médio quadrático. Fonte: dados da pesquisa.

4.2.3 Equações simplificadas

Apenas as equações geradas para determinação da composição em água, PB, EE e EN do CVZ tiveram a introdução das variáveis OV e GV, por isso apenas para essas equações gerou-se equações simplificadas. As equações 41 a 55 foram comparadas com as equações múltiplas completas 22 a 40.

As equações 42, 43, 47 e 53 (Tabela 19) apresentaram ΔAIC entre zero e dois, o que considera os modelos testados indiferentes, determinando que não há diferença significativa entre as equações de regressões completas e simplificadas na determinação do conteúdo de PB para machos não castrados e fêmeas Morada Nova e para a determinação do conteúdo do EE de machos castrados Santa Inês.

As equações 41, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 54 e 55 (Tabela 19) apresentaram $\Delta AIC > 10$ ou próximo de 10, determinando diferenças significativas entre os dois modelos testados e dando as equações completas melhor significância. Burnham e Anderson (2002) afirmaram que quanto maior fosse o ΔAIC menos plausível seria que o modelo ajustado seja o melhor modelo de acordo com a distância de Kullback-Leibler (K-L). No entanto, as equações simplificadas 41, 44, 45, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 54 e 55 apresentaram boa precisão e erro quadrático médio de raiz pequena, afirmando que também podem ser utilizadas quando não for possível a determinação das variáveis OV e GV.

Tabela 19 – Equações simplificadas determinadas para a predição do conteúdo de água, EE, PB e EN do corpo vazio a partir da composição química da seção HH em ovinos deslançados

Nº	Raça ^a	Sexo ^b	Equação ^c	R ^{2d}	EQM ^e	ΔAIC ^f
<i>Conteúdo de Água (%)</i>						
41	-	-	79,02 (± 0,57) – 5,57 (± 0,21) x ENH	0,81	3,91	28,43
<i>Conteúdo de PB (%)</i>						
42	MN	MC	9,77 (± 3,08) + 0,24 (± 0,08) x PBH + 0,02 (± 0,05) x Água H	0,55	0,30	0,26
43	MN	F	11,38 (± 2,75) + 0,24 (± 0,04) x PBH – 0,002 (± 0,05) x Água H	0,76	0,27	0,89
<i>Conteúdo de EE (%)</i>						
44	SI	MNC	3,95 (± 0,61) + 0,55 (± 0,04) x EEH	0,84	1,76	9,02
45	MN	MNC	3,68 (± 0,60) + 0,59 (± 0,04) x EEH	0,80	3,24	29,66
46	SB	MNC	5,90 (± 1,77) + 0,62 (± 0,05) x EEH	0,77	4,79	24,22
47	SI	MC	2,65 (± 1,69) + 0,61 (± 0,09) x EEH	0,80	2,13	1,34
48	MN	MC	2,57 (± 3,28) + 0,66 (± 0,14) x EEH	0,69	4,72	20,73
49	MN	F	2,48 (± 2,54) + 0,69 (± 0,10) x EEH	0,81	3,83	19,33
<i>Conteúdo de EN (Mcal)</i>						
50	SI	MNC	1,52 (± 0,07) + 0,04 (± 0,005) x EEH	0,64	0,03	28,97
51	MN	MNC	1,24 (± 0,06) + 0,05 (± 0,004) x EEH	0,78	0,03	13,26
52	SB	MNC	1,42 (± 0,14) + 0,05 (± 0,004) x EEH	0,78	0,03	18,43
53	SI	MC	1,08 (± 0,14) + 0,06 (± 0,01) x EEH	0,83	0,01	2,99
54	MN	MC	1,23 (± 0,28) + 0,06 (± 0,01) x EEH	0,68	0,03	23,53
55	MN	F	1,24 (± 0,23) + 0,06 (± 0,01) x EEH	0,79	0,03	12,38

^aSI = Santa Inês; MN = Morada Nova; SB = Somalis Brasileira; ^bMNC = machos não castrados; MC = machos castrados; F = fêmeas; ^cEEH = extrato etéreo da seção HH (%), PBH = proteína bruta da seção HH (%); Água H = água da seção HH (%); ENH = energia da seção HH (Mcal/kg); ^dR² = coeficiente de determinação; ^eEQM = erro quadrático médio; ^fΔAIC = diferenças entre AIC das equações completas e simplificadas; Fonte: dados da pesquisa.

5. CONCLUSÃO

A raça e o sexo afetam a deposição dos componentes químicos na carcaça e no corpo vazio de ovinos deslanados. Os componentes químicos água, extrato etéreo e energia da carcaça e do corpo vazio de ovinos deslanados podem ser estimadas a partir da composição química da seção HH sozinha ou adicionada de variáveis. A falta de estabilização do conteúdo de proteína corporal afeta a predição do conteúdo de proteína bruta na carcaça e no corpo vazio em ovinos deslanados em crescimento. Portanto, estudos futuros devem ser realizados com ovinos deslanados adultos para determinar a acurácia da predição do conteúdo de proteína bruta a partir da composição química da seção HH.

As equações de predição geradas para a determinação do conteúdo de água, extrato etéreo e energia na carcaça e no corpo vazio podem ser utilizadas com precisão e acurácia em ovinos deslanados em crescimento. As equações simplificadas tiveram boa precisão e acurácia em relação às equações completas, indicando que podem ser utilizadas quando não for possível a determinação das variáveis de medição interna (órgãos mais vísceras e gordura visceral).

REFERÊNCIAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Energy and Protein Requirements of Ruminants**. An Advisory Manual Prepared by the AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients. Wallingford: CAB International, 1993. 159 p.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirement of ruminant livestock**. Technical review. London: Agricultural Research Council Working Party, 1980. 351p.

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

ALLEONI, G. F.; BOIN, C.; LEME, P. R.; NARDON, R. F.; DEMARCHI, J. J. A. A. D.; VIEIRA, P. F.; TEDESCHI, L. O. Avaliação da composição química e física dos cortes da costela para estimar a composição química corporal de novilhos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.2, p.382-390, 1997.

BALL, A. J.; THOMPSON, J. M.; ALSTON, C. L.; BLAKELY, A. R.; HINCH, G.N. Changes in maintenance efficiency of mature sheep fed at different levels of feed intake. **Livestock Production Science**, v.53, n.3, p.191-204, 1998.

BURNHAM, K. P.; D. R. ANDERSON. **Model Selection and Multi model Inference: A Practical Information-Theoretic Approach**. 2.ed. New York: Springer-Verlag. 2002. 487p.

CANTY, A.; RIPLEY, B. D. **boot: Bootstrap R (S-PLUS) Functions**. R package version 1.3 - 19. 2017. URL <https://cran.r-project.org/web/packages/boot/index.html>.

COSTA E SILVA, L. F.; MARCONDES, M. I.; VALADARES FILHO, S. D. C.; RIBEIRO, A. M. F.; PRADOS, L. F.; NASCIMENTO, F. B.; GIONBELLI, M. P.; SANTOS, R. M. D. Prediction of non-carcass components in cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.8, p.1907-1914, 2012.

COSTA, M. R. G. F.; Exigências nutricionais de cordeiros deslanados e validação do modelo *Small Ruminant Nutrition System* (SRNS). Tese (PhD). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Brasil, 2012. 113p.

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

DAVISON, A. C.; D. V. HINKLEY. **Bootstrap Methods and Their Applications**. United Kingdom: Cambridge University Press. 1997. 582p.

DiCICCO, T. J.; EFRON, B. **Bootstrap Confidence Intervals**. **Statistical Science**, v.11, n.3, p.189 - 228, 1996.

DE CAMPENEERE, S.; FIEMS, L.; VAN DE VOORDE, G.; VANAKER, J. M.; BOUCQUÉ, C.; DEMEYER, D. I. Estimation of carcass composition from 8th rib characteristics with Belgian blue double-muscled bulls. **Meat Science**, v.51, n.1, p.27-33. 1999.

EDWARDS, J. W.; CANNELL, R. C.; GARRETT, R. P.; SAVELL, J. W.; CROSS, H. R.; LONGNECKER, M. T. Using ultrasound, linear measurements and live fat thickness estimates to determine the carcass composition of market lambs. Adipose tissue growth in lambs fed diets containing a beta-agonist. **Journal of Animal Science**, v.67, p.3322-3330. 1989.

EFRON, B. Bootstrap methods: another look at the jackknife. **The Annals of Statistics**, v.7, n.1, p.1-26, 1979.

FELIX, L. F. C.; TOMAZELA, M. G. J. M.; PONTES, A. N. Aplicação das técnicas de mineração de dados sobre as características reprodutivas de suínos: estudo de caso de uma granja do estado de São Paulo. **Reverte-Revista de Estudos e Reflexões Tecnológicas da Faculdade de Indaiatuba**, n.11, 2013

FERREIRA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; VÉRAS, A. S. C.; ARAÚJO, G. G. L.; SIGORETTI, R. D. Predição da composição corporal por intermédio de método indireto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.242-246, 2001.

FERREIRA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; CECON, P. R.; MUNIZ, E. B. Composição Corporal e Exigências Líquidas de Proteína e Energia para Ganho de Peso de Bovinos F1 Simental x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.352-360, 1998.

FLETCHER, J. M.; LOBLEY, G. E.; CONNELL, G. E. Effects on growth and body composition of androgen deprivation by castration or autoimmunization to LH-releasing hormone in the male rat under conditions of controlled food intake. **Endocrinology**, v.110, n.1, p.97-102, 1986.

FONTENELE, R. M. Exigências nutricionais de cordeiros da raça Somalis Brasileira. Tese (PhD). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil, 2014. 106p.

GOULART, R. S. Composição corporal e exigências líquidas de proteína e energia de bovinos de quatro grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.926-935, 2008

HANKINS, O. G.; HOWE, P. E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts.** (Technical Bulletin). USDA, p.1-20, 1946

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

KRAYBILL, H. F.; BITTER, H. L.; HANKINS, O. G. Body composition of cattle. II. Determination of fat and water content from measurement of body specific gravity. **Journal of Applied Physiology**, v.4, n.7, p.575-583, 1952.

LANGER, C. N. Energia metabolizável de alimentos energéticos para suínos: predição via meta-análise, determinação e validação por simulação *bootstrap*. Dissertação (M.Sc.). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, PR, Brasil, 2013. 99p.

LANNA, D. P. D. Estimativa da composição química do corpo vazio de tourinhos Nelore através da gravidade específica da carcaça e da composição de cortes das costelas. Dissertação (M.Sc.). Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil, 1988. 131p.

LESNOFF, M.; LANCELOT, R. **aod: Analysis of Over Dispersed Data**. R package version 1.3, 2012. URL <https://cran.r-project.org/web/packages/aod/index.html>.

LIMA, F. W. R. Exigências nutricionais de cordeiros Santa Inês castrados e não castrados. Tese (PhD). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil, 2017. 87p.

LOBLEY, G. E.; CONNELL, A.; MILNE, E. Muscle protein synthesis in response to testosterone administration in wetherlambs. **British Journal of Nutrition**, v.64, n.3, p.691-704, 1990.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1ed. São Paulo: Albino Luchiari Filho, 2000. 134p.

LUSH, J. L. Practical methods of estimating proportions of fat and bone in cattle slaughtered in commercial packing plants. **Journal of Agriculture Research**, v.57, n.1, p.79-97, 1926.

MAIA, I. S. G.; PEREIRA, E. S.; PINTO, A. P.; MIZUBUTI, I. Y.; DE AZAMBUJA RIBEIRO, E. L.; CARNEIRO, M. S. S.; CAMPOS, A. C. N.; GADELHA, C. R. F.; ROCHA JÚNIOR, J. N. Consumo, avaliação do modelo Small Ruminant Nutrition System e predição da composição corporal de cordeiros Santa Inês alimentados com rações contendo diferentes níveis de energia. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.4, p.2579-2596, 2014.

MAINDONALD, J. H.; BRAUN, W. J. **DAAG: Data Analysis and Graphics Using R**. R package version 1.22. 2015. URL <https://cran.r-project.org/web/packages/DAAG/index.html>.

MARCONDES, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; DETMAN, E.; VALADARES, R. F. D.; SANTOS, T. R.; DINIZ, L. L. Predição da composição corporal e da carcaça a partir da seção entre a 9^a e 11^a costelas em bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1597-1604, 2009.

MARCONDES, M. I.; PAULINO, P. V. R.; VALADARES FILHO, S. C.; GIONBELLI, M. P.; COSTA E SILVA, L. F.; TEDESCHI, L. O. Prediction of body and carcass chemical composition of purebred and crossbred Nelore cattle. In: VALADARES FILHO, S. C.; MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. L.; PAULINO, P. V. R.; **Nutrient Requirements of Zebu Beef Cattle BR-CORTE**, 2ed. p.61-79, Viçosa: DZO-UFV, MG, 2010.

MARCONDES, M. I.; TEDESCHI, L. O.; VALADARES FILHO, S. C.; CHIZZOTTI, M. L. Prediction of physical and chemical body composition of purebred and crossbred Nelore

cattle using the composition of a rib section. **Journal of Animal Science**, v.90, n.4, p.1280 - 1290, 2012.

MARTINEZ, J. A.; BUTTERRY, P. J.; PEARSON, J. T. The mode of action of anabolic agents: the effect of testosterone on muscle protein metabolism in the female rat. **British Journal of Nutrition**, v.52, n.3, p.515-521, 1984.

MENEZES, B. B.; RIBEIRO, C. B.; WALKER, C. C.; MELO, G. K. A.; SOUZA, A. R. D. L.; FERNANDES, H. J.; FRNCO, G. L.; MORAIS, M. G.; Predição da composição física e química da carcaça de borregas pela seção da 9^a a 11^a costelas ou 12^a costela. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, n.4, p.874-884, 2015.

MORAIS, J. H. G.; Caracterização de atributos adaptativos de ovinos da raça Morada Nova. Tese (PhD). Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN, Brasil, 2011. 93p.

MORGAN, J. B.; WHEELER, T. L.; KOOHMARAIE, M.; CROUSE, J. D.; SAVELL, J. W. Effect of castration on myofibrillar protein turnover, endogenous proteinase activities, and muscle growth in bovine skeletal muscle. **Journal of Animal Science**, v.71, n.2, p.408-414, 1993.

MOULTON, C. R. Age and chemical development in mammals. **Journal of Biological Chemistry**, v.57, n.1, p.79-97, 1923.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington: National Academies Press, 2007. 347p.

NOUR, A. Y. M.; THONNEY, M. L.; STOUFFER, J. R.; WHITE, W. R. C. Muscle, fat and bone in serially slaughtered large dairy or small beef cattle fed corn or corn silage diets in one of two locations **Journal of Animal Science** v.52, n.3, p.512-521, 1981.

OLIVEIRA, A. P. Requerimentos nutricionais de cordeiros santa inês com peso corporal de 14 a 28 kg. Dissertação (M.Sc.). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil, 2012. 61p.

OLIVEIRA, R. C. Ganho de peso, características de carcaça e composição corporal de novilhos em regime de pastejo em capim elefante durante a estação chuvosa. Dissertação (M.Sc.). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, 1999. 109p.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal Animal Science**, v.71, n.8, p.3138-3150, 1993.

OWENS, F. N.; GILL, D. R.; SECRIST, D. S.; COLEMAN, S. W. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3152–3172, 1995.

PAULINO, P. V. R. Exigências nutricionais e validação da seção HH para predição da composição corporal de zebuínos. Dissertação (M.Sc.). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, 2002. 150p.

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

PAULINO, P. V. R.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMAN, E.; VALADARES, R. F. D.; FONSECA, M. A.; MORCONDES, M. I.; Deposição de tecidos e componentes químicos corporais em bovinos Nelore de diferentes classes sexuais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p.2516-2524, 2009.

PAULINO, P. V. R.; VALADARES FILHO, S. C.; COSTA, M. A. L.; PAULINO, M. F.; MAGALHÃES, K. A.; DETMAN, E.; VALADARES, R. F. D.; PORTOS, M. O.; MORAES, K. A. K. Validation of the 9-11th rib cut to estimate the chemical composition of the dressed carcass and of the whole empty body of Zebu cattle. **Livestock Production Science**, v.93, n.3, p.245-253, 2005b.

PEREIRA, M. W. F. Exigências de energia e proteína para manutenção e ganho em ovinos Morada Nova de diferentes classes sexuais em confinamento. Tese (PhD). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil, 2017. 70p.

PEREIRA, E. S.; LIMA, F. W. R.; MARCONDES, M. I.; RODRIGUES J. P. P.; CAMPOS, A. C. N.; SILVA, L. P.; BEZERRA, L. R.; PEREIRA, M. W. F.; OLIVEIRA, R. L. Energy and protein requirements of Santa Ines lambs, a breed of hair sheep. **Animal**, p.1-10, 2017

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**, v.29, n.3, p.853-860, 2000.

QUENOUILLE, M. Approximate tests of correlation in time series. **Journal of the Royal Statistical Society**, Series B, v.11, p.18-84, 1949.

R Development Core Team 2017. **R: a language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing: Vienna. URL <http://www.R-project.org>.

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, p.161-177, 2008.

SANTOS, E. D. G.; PAULINO, M. F.; LANA, R. P.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, D. S. Influência da Suplementação com Concentrados nas Características de Carcaça de Bovinos F1 Limousin - Nelore, Não-Castrados, durante a Seca, em Pastagens de *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1823-1832, 2002.

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

SEO, S., L. O.; TEDESCHI, C. G.; SCHWAB.; FOX, D. G. Development and evaluation of empirical equations to predict feed passage rate in cattle. **Animal Feed Science Technology**. v.128, p. 67–83, 2006.

SHAO, J. Linear model selection by cross-validation. **Journal of the American statistical Association**, v.88, n.422, p. 486-494, 1993.

SILVA, J. F. C. Exigência de macroelementos inorgânicos para bovinos: O sistema ARC/AFRC e a experiência no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa, MG. **Anais**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p.467-504. 1995

SILVA, F. F., Desempenho, características de carcaça, composição corporal e exigências nutricionais (de energia, proteína, aminoácidos e macrominerais) de novilhos Nelore, nas fases de recria e engorda, recebendo diferentes níveis de concentrado e proteína. Tese (PhD). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil, 2001. 211p.

SILVA, T. S. Métodos indiretos para estimativa da composição corporal em caprinos nativos e mestiços. Dissertação (M.Sc.). Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, PE, Brasil, 2010. 55p.

SIMON, J. L. **Resampling: The New Statistics**. **Resampling Stats**, Arlington, VA. 261p, 1997.

STANFORD, K.; McALLISTER, T. A.; McDOUGALL, M.; BAILEY, D.R.C. Use of ultrasound for the prediction of carcass characteristics in Alpine goats. **Small Ruminant Research**, v.15, n.2, p.195-201, 1995.

TROWBRIDGE, P. F.; HAIGH, L. D. **Studies in animal nutrition. I. Changes in form and weight on different planes of nutrition**. Montana Agriculture Experimental Station, (Research Bulletin, 54). 111p, 1921.

TROWBRIDGE, P. F.; HAIGH, L. D. **Studies in animal nutrition. II. Changes in proportions of carcass and offal on different planes of nutrition**. Montana Agriculture Experimental Station, (Research Bulletin, 43).111p, 1922.

VÉRAS, A. S. C.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; PAULINO, M. F.; CECON, P. R.; VALADARES, R. F. D.; FERREIRA, M. A.; SILVA, C. M.; SILVA, B. C. Predição da composição corporal de bovinos Nelore e F1 Simental x Nelore a partir da composição química da seção Hankins e Howe (Seção HH). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.1112-1119, 2001.

WILKINSON, R. G.; GREENHALGH, J. F. D. Prediction of the body composition of lambs from the composition of their non-carcass components. **Animal Science**, v.61, n.2, p.265-268, 1995.

WISHMEYER, D. L. SNOWDER, G. D.; CLARK, D. H.; COCKETT, N.E. Prediction of live lamb chemical composition utilizing electromagnetic scanning (To Bec). **Journal of Animal Science**, v.74, n.8, p.1864-1872, 1996.

ZAMIRI, M. J, KHODAEI, H. R. Seasonal changes in breeding activity, testicular size, testosterone concentration and seminal characteristics in rams with long or short breeding season. **Animal Reproduction Science**. v.88, p.245–255, 2005.