



Equações de predição da composição química corporal a partir do corte da 9-10-11^a costelas de bovinos castrados Nelore¹

Rosemary Laís Galati², Jane Maria Bertocco Ezequiel³, Octavio Guilherme da Cruz e Silva⁴, Pedro Henrique Watanabe⁵, Viviane Correa Santos⁵, Bruno Biagioli⁴

¹ Parte da tese de Doutorado da primeira autora apresentada à FCAV - UNESP, Jaboticabal, São Paulo. Projeto financiado pela FAPESP.

² Zootecnista, Doutora em Zootecnia pela FCAV - UNESP.

³ Departamento de Zootecnia na FCAV - UNESP.

⁴ Zootecnista - FCAV - UNESP.

⁵ Zootecnista, Bolsista de Apoio Técnico pelo CNPq na FCAV - UNESP.

RESUMO - Objetivou-se obter equações de regressão linear simples para estimativa da composição química corporal de novilhos Nelore a partir da composição química do corte da 9-10-11^a costelas. Foram utilizados 27 bovinos em confinamento, com 21 a 31 meses de idade e 338,0 a 503,6 kg de peso corporal. Do total, foram abatidos seis animais (referência) ao início do experimento para estimativa da composição química corporal. A composição química em água, proteína, EE e cinzas foi determinada no corte da 9-10-11^a costelas e nos tecidos corporais. As equações de regressão para estimativa do peso de corpo vazio (PCVZ) a partir dos pesos de jejum (PV) e carcaça quente (PCQ) foram $PCVZ = 0,8726 PV - 2,7399$ e $PCVZ = 1,5350 PCQ + 13,598$ ($R^2 = 0,98$). O ganho de 1 kg de PCVZ correspondeu a aproximadamente 1,15 kg de PV. A porcentagem de água no corpo vazio (CVz) esteve altamente correlacionada às porcentagens de água ($R^2 = 0,98$) e EE ($R^2 = 0,91$) no corte das costelas. A equação mais indicada foi a desenvolvida a partir da porcentagem de água no corte das costelas ($S_{x,y} = 0,46$). Verificou-se alta correlação entre a porcentagem de EE no CVz e a porcentagem de EE ($R^2 = 0,95$) no corte das costelas, portanto, a equação $\%EE CVz = 0,9662\%EE costelas + 1,5294$ pode ser utilizada para estimativa da composição do CVz em EE. O mesmo ocorreu para a porcentagem de cinzas, sendo recomendada a equação $\%MM CVz = 0,5915\%MM costelas + 0,7619$ ($R^2 = 0,88$). A composição química percentual em água, EE e minerais no corte das 9-10-11^a costelas permitiu estimar com acuidade a composição do corpo vazio.

Palavras-chave: bovinos de corte, coeficiente de determinação, corpo vazio, extrato etéreo, proteína

Prediction of chemical body composition by using the 9-10-11th ribs cut on Nelore steers

ABSTRACT- The objective of this trial was to develop simple regression equations for estimating the chemical body composition of Nelore steers by using the chemical composition of the 9-10-11th ribs cut. Twenty-seven feedlot Nelore steers varying from 338.0 to 503.6 kg of BW and from 21 to 31 months of age were used. Six reference animals were slaughtered at the beginning of the trial to estimate the initial chemical body composition. Contents of water, protein, EE, and ash of the 9-10-11th ribs cut and body tissues were determined. Regression equations for estimating empty body weight (EBW) through measurements of BW and hot carcass weight (HCW) were: $EBW = 0.8726 LW - 2.7399$ and $EBW = 1.5350 HCW + 13.598$. The high R^2 values (0.98) in both equations indicated that the EBW of Nelore steers can be predicted by using BW and HCW. The gain of 1.0 kg of EBW corresponded to approximately 1.15 kg of BW. Water content of empty body (EB) was highly correlated with water ($R^2 = 0.98$) and EE ($R^2 = 0.91$) contents of the ribs cut; the equation based on the percentage of water in the ribs cut had the best fit ($S_{x,y} = 0.46$). Because the percentage of EB EE was highly correlated ($R^2 = 0.95$) with that of the ribs cut, the equation $\%EB EE = 0.9662\% ribs EE + 1.5294$ may be used for estimating EE content of EB. The same was true for ash, which can be estimated by the equation $\%EB ash = 0.5915\% ribs ash + 0.7619$ ($R^2 = 0.88$). It was concluded that the percentage of water, EE, and ash in the 9-10-11th ribs cut accurately estimated the EB composition of feedlot Nelore steers.

Key Words: beef cattle, coefficient of determination, empty body, ether extract, protein

Introdução

A avaliação nutricional dos ingredientes disponíveis para alimentação permite a formulação de dietas eficientes

que possibilitem a expressão do potencial genético do crescimento animal. Entretanto, o aumento da eficiência não se resume somente às informações relacionadas aos aspectos digestivos. O atendimento das exigências

nutricionais e o metabolismo de deposição dos nutrientes para formação de tecidos também devem ser eficientes para permitir a maximização do sistema produtivo.

Para que a nutrição e o metabolismo sejam compreendidos como um só sistema, a determinação da composição química e física corporal dos animais torna-se imprescindível, pois, dependendo da categoria animal, as exigências nutricionais poderão ser afetadas, modificando a deposição dos tecidos. Entre os fatores que afetam a composição corporal e as exigências nutricionais, a idade é o que mais influencia a deposição dos tecidos, especialmente o adiposo (Sanz Sampelayo et al., 1987). O sexo e a condição sexual também podem influenciar a composição corporal e as exigências (Garret, 1980; NRC, 1996). Assim, o avanço em idade, associado à castração, faz com que grande parte da energia seja destinada à síntese de gordura, resultando em menores ganhos em proteína corporal (Fontes, 1995), em decorrência da elevada exigência de manutenção (ARC, 1980). Desse modo, dependendo da categoria animal, a quantidade de energia nas dietas pode exceder as exigências para crescimento muscular, o que contribui para que o excedente energético seja destinado à síntese de gordura.

Segundo Owens et al. (1995), quando o animal atinge seu peso adulto, o acúmulo tecidual de proteína é muito baixo, embora o *turnover* protéico seja contínuo, enquanto a deposição de tecido adiposo continua e a retenção de minerais passa a depender da composição do ganho. Maiores deposições de gordura reduzem as deposições de elementos inorgânicos e, conseqüentemente, seus requisitos pelos animais, visto que as concentrações de minerais no tecido adiposo são menores que nos músculos e nos ossos (Silva et al., 2002a). Essas variações metabólicas estão diretamente relacionadas à composição química corporal, o que justifica seu estudo visando obter as exigências nutricionais da diversificada categorial animal brasileira.

A análise de todos os tecidos e do sangue permite conhecer com precisão a composição química corporal dos animais, embora seja um método laborioso e de custo elevado (Garret & Hinman, 1969; Henrique et al., 2003). A técnica indireta a partir da análise físico-química da 9-10-11^a costelas surgiu como alternativa à determinação direta a partir da análise de todos os tecidos corporais e tem sido amplamente utilizada e testada a fim de se estabelecerem equações confiáveis para estimativa da composição do corpo vazio (Leme et al., 1994; Vêras et al., 2001; Henrique et al., 2003; Paulino et al., 2005).

Neste estudo, objetivou-se desenvolver equações de regressão linear simples para estimativa da composição química corporal de bovinos Nelore a partir da composição química do corte da 9-10-11^a costelas.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Confinamento do Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Unesp, *Campus* de Jaboticabal.

Para a obtenção da composição corporal, foram utilizados 27 bovinos Nelore, castrados (21 a 31 meses de idade e 338,0 a 503,6 kg de peso corporal), criados em pastagem de *Brachiaria humidicola* e mantidos confinados em baias individuais (14 m²) com piso de concreto, parcialmente cobertas. O período de avaliação variou de 77 a 118 dias. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia (às 8 e às 16 h) em quantidade calculada para ocorrer 10% de sobras. As rações completas foram formuladas para conter 12,7% de PB e 70,8% de NDT na MS e foram fornecidas na proporção volumoso:concentrado de 60:40, sendo a silagem de milho o único volumoso (Tabela 1).

Os animais foram alimentados com cada ração de acordo com seus pesos e, após 21 dias de adaptação, seis novilhos foram submetidos a jejum alimentar e hídrico de 16 horas, sendo pesados no local e abatidos em frigorífico comercial para serem utilizados como referência na determinação da composição química corporal. Os demais foram pesados periodicamente a cada 28 dias e antes de cada abate após jejum completo de 16 horas. O peso mínimo de abate foi estabelecido em 450 kg e o máximo, em 500 kg. Com isso, pretendeu-se abater pelo menos quatro animais a cada 10 kg de peso. Assim, foram abatidos bovinos com pesos entre 338,0 e 503,6 kg.

Para obtenção do peso de corpo vazio, o sangue foi coletado, pesado e amostrado imediatamente após a secção na jugular. A determinação da MS do sangue foi feita em estufa com circulação forçada a 55°C por 72 horas. Posteriormente, as amostras foram processadas em moinho de bola. O trato gastrointestinal foi recolhido, esvaziado, lavado e pesado. Os órgãos foram compostos por traquéia, pulmão, pâncreas, esôfago, coração, baço, fígado, aparelho urinário e reprodutor, desprezando-se a urina contida na bexiga. A gordura renal-pélvica-inguinal foi retirada e pesada. De todos os animais, recolheram-se e pesaram-se a cabeça, as patas, o couro e a cauda. Após a subtração de todos os componentes, as carcaças foram separadas em duas metades, sendo pesadas e resfriadas por 24 horas. Após esfriamento, a meia-carcaça esquerda foi dividida em dianteiro, ponta-de-agulha e traseiro e separada em tecido muscular, gordura e ossos.

Os componentes utilizados para análise da composição do corpo vazio foram o sangue, a meia-carcaça esquerda, a metade esquerda da cabeça, as patas esquerdas dianteira e traseira, a metade esquerda do couro, os órgãos + gordura

Tabela 1 - Composição percentual (%MS) e química das dietas

Table 1 - Ingredient (%DM) and chemical composition of the diets

Ingrediente <i>Ingredient</i>	Dieta <i>Diet</i>		
	MI ¹ <i>CG</i>	MICS ² <i>CGSSH</i>	MIFGM ³ <i>CGCGM</i>
Silagem de milho (<i>Corn silage</i>)	60,0	60,0	60,0
Milho grão moído (<i>Ground corn grain</i>)	25,0	8,2	8,5
Casca de soja (<i>Soybean hulls</i>)	-	19,3	-
Farelo de gérmen de milho (<i>Corn germ meal</i>)	-	-	20,0
Farelo de girassol (<i>Sunflower meal</i>)	13,5	11,0	10,0
Uréia (<i>Urea</i>)	0,8	0,8	0,8
Suplemento mineral ⁴ (<i>Mineral supplement</i>)	0,7	0,7	0,7
Total	100,0	100,0	100,0
Composição química <i>Chemical composition</i>			
PB (%MS) (<i>CP, %DM</i>)	12,7	12,6	12,8
EM ⁵ (Mcal/kg MS) (<i>ME, Mcal.kg DM¹</i>)	2,4	2,4	2,4
NDT ⁵ (%MS) (<i>TDN, %DM</i>)	67,6	66,0	66,8
FDN (%MS) (<i>NDF, %DM</i>)	30,8	42,0	32,8
FDA (%MS) (<i>ADF, %DM</i>)	17,7	27,2	17,6

¹ MI: milho grão moído como fonte energética; ² MICS: casca de soja em substituição a 70% do milho grão moído; ³ MIFGM: farelo de gérmen de milho em substituição a 70% do milho grão moído;

¹ CG: *ground corn grain as energy source*; ² CGSSH: *soybean hulls replacing 70% of ground corn grain in the diet*; ³ CGCGM: *corn germ meal replacing 70% of ground corn grain in the diet*.

⁴ Composição (*composition*), kg: Ca = 100,0 g; P = 50,4 g; Na = 251,9 g; Cl = 408,5 g; Zn = 5.040,0 mg; Cu = 2.228,7 mg; Co = 218,2 mg; I = 118,0 mg; S = 19.091,0 mg.

⁵ Estimado a partir dos valores de EM (Mcal/kg MS) dos ingredientes (Ezequiel et al., 2006).

⁵ *Estimated by ME values (Mcal.kg DM¹) of ingredients (Ezequiel et al., 2006).*

renal-pélvica-inguinal, trato gastrointestinal e cauda. Todos os tecidos foram acondicionados em sacos plásticos e congelados. Com o auxílio de uma serra de fita, cada componente foi reduzido a pedaços menores e moídos em moedor de carne com motor de 10 HP até atingirem estado pastoso. Os componentes de cada animal foram amostrados e liofilizados por até 80 horas, dependendo do componente. Após a liofilização, as amostras foram trituradas em moinho de bola, sem resfriamento.

Na meia-carcaça direita resfriada, retirou-se o corte da seção HH, pela secção transversal da 9-10-11ª costelas no ponto correspondente a 61,5% da distância entre a vértebra seccionada e o início da cartilagem da 12ª costela (Hankins & Howe, 1946). Esse corte foi separado fisicamente em músculo, gordura e ossos e seus componentes foram pesados e analisados separadamente para determinação da composição química do corte.

Após o processamento dos componentes do corpo vazio e do corte da costela, foram determinados os teores de água, em estufa a 105°C; de proteína (N x 6,25), em microkjeldahl (AOAC, 1995); de EE, em aparelho tipo Soxhlet durante 15 horas de extração; e os de cinzas, pela queima em forno mufla a 600°C por 8 horas. Para determinação dos teores de PB, os componentes contendo elevados teores de gordura foram pré-desengordurados a partir de extrações

sucessivas com éter de petróleo segundo método citado por Silva & Queiroz (2002).

Os resultados foram utilizados para obtenção das equações de regressão linear simples para estimativa da composição química do corpo vazio a partir da composição química do corte da 9-10-11ª costelas.

Resultados e Discussão

Na Tabela 2 encontram-se as médias para o peso de corpo vazio, o peso de carcaça quente e as composições do corpo vazio e da 9-10-11ª costelas utilizadas na obtenção das equações de regressão para estimativa da composição química corporal de novilhos Nelore.

O constituinte de maior amplitude no corpo vazio e no corte da 9-10-11ª costelas foi o EE, que apresentou elevada correlação (91,7 e 94,0%) com a água (Figura 1). Tendência semelhante foi observada por Alleoni et al. (1997), Leme et al. (2000) e Henrique et al. (2003), independentemente da raça estudada.

Uma vez que o EE é o constituinte mais variável no corpo vazio (CVz), sua subtração possibilitaria a obtenção dos teores de PB e cinzas. Segundo o NRC (1984), a partir da exclusão do constituinte mais variável, ou seja, o EE, a composição da MS desengordurada (MSD) no CVz seria relativamente constante (80,2% de PB e 19,8% de cinzas).

Tabela 2 - Peso de corpo vazio, peso da carcaça quente, peso em jejum, porcentagem dos nutrientes no corpo vazio e no corte da 9-10-11ª costelas e composição física do corte da 9-10-11ª costelas

Table 2 - Empty body weight, hot carcass weight, fasting weight, chemical composition of empty body and 9-10-11th ribs cut, and physical composition of 9-10-11th ribs cut

Item <i>Item</i>	Média <i>Mean</i>	Valor mínimo <i>Minimum</i>	Valor máximo <i>Maximum</i>	Desvio-padrão <i>Standard deviation</i>	CV (%)
Peso de corpo vazio, kg <i>Empty body weight, kg</i>	387,2	293,7	440,7	46,0	11,9
Peso carcaça quente, kg <i>Hot carcass weight, kg</i>	243,4	177,0	278,5	29,6	12,2
Peso em jejum, kg <i>Fasting weight, kg</i>	446,9	338,0	503,6	52,2	11,7
Composição química do corpo vazio (%) <i>Chemical composition of empty body (%)</i>					
Água (<i>Water</i>)	53,7	50,1	62,3	3,1	5,7
PB (<i>CP</i>)	17,9	14,9	22,4	1,9	10,8
EE	25,0	13,6	30,8	5,1	20,5
Cinzas (<i>Ash</i>)	3,4	2,5	4,7	0,5	14,5
Composição química do corte da 9-10-11ª costelas (%) <i>Chemical composition of 9-10-11th ribs cut (%)</i>					
Água (<i>Water</i>)	53,6	50,0	62,0	2,9	5,5
PB (<i>CP</i>)	17,8	14,6	21,5	2,1	11,7
EE	24,3	11,8	31,0	5,2	21,3
Cinzas (<i>Ash</i>)	4,4	3,0	6,3	0,8	17,6

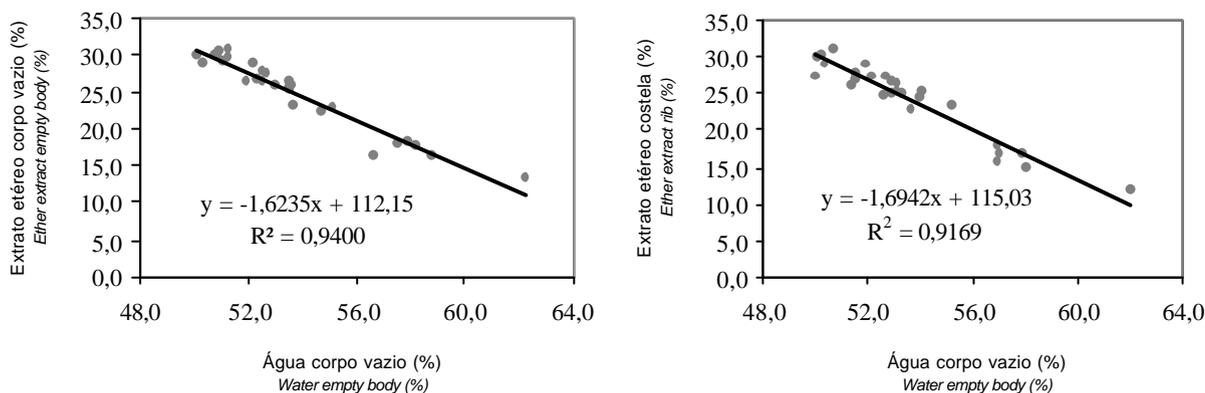


Figura 1 - Porcentagem de EE e água no corpo vazio e no corte da 9-10-11ª costelas.

Figure 1 - Relationships between contents of ether extract and water in empty body and 9-10-11th ribs cut.

Neste trabalho, os teores de PB e cinzas no CVZ desengordurado foram de 84,2 e 15,8%, respectivamente (Tabela 3), superiores aos de 80,1 e 19,9%, na mesma ordem, obtidos por Alleoni (1995) em bovinos Nelore castrados.

Embora a concentração de PB na MSD observada neste trabalho tenha sido mais elevada que as citadas anteriormente, as relações PB:água e cinzas:água foram muito semelhantes às obtidas por Leme et al. (1994), Alleoni (1995) e Henrique et al. (2003), confirmando que a composição do CVZ desengordurado seria relativamente constante e independente da raça.

Sabendo a composição em proteína e cinzas no CVZ desengordurado, a partir de equações com elevado valor de

R^2 , pode-se estimar a porcentagem de água e EE no CVZ (Leme et al., 2000; Berndt et al., 2002; Bulle et al., 2002). A vantagem deste procedimento é a praticidade na predição da composição corporal, com significativa diminuição nos gastos em tempo e análises laboratoriais.

Os pesos em jejum (PV) e de carcaça quente (PCQ) foram utilizados para obtenção das equações de regressão para estimativa do peso de corpo vazio (PCVZ):

$$PCVZ = 0,8726 PV - 2,7399 \quad (R^2 = 0,98; S_{x,y} = 6,50)$$

$$PCVZ = 1,5350 PCQ + 13,598 \quad (R^2 = 0,98; S_{x,y} = 6,90)$$

O valor de R^2 para as duas equações foi elevado, indicando que a estimativa do PCVZ de novilhos Nelore a

Tabela 3 - Composição do corpo vazio desengordurado e relações entre água, PB e cinzas

Table 3 - Non-fat empty body composition and protein:water and ash:water ratios

Parâmetro Item	Média Mean	Valor mínimo Minimum	Valor máximo Maximum	Desvio-padrão Standard deviation	CV (%)
Água (water), %	71,6	67,4	74,1	1,3	1,9
PB (CP), %	23,9	21,6	26,8	1,2	5,1
Cinzas (ash), %	4,5	3,4	5,6	0,5	10,0
PB (CP), %MS	84,2	81,8	88,2	1,4	1,7
Cinzas (Ash), %MS	15,8	11,8	18,2	1,4	8,9
Proteína:água (Protein:water)	0,33	0,29	0,40	0,023	6,9
Cinzas:água (Ash:water)	0,06	0,05	0,08	0,007	11,2

partir do PV ou do PCQ é adequada. Diversos autores obtiveram boas equações de predição do PCVZ a partir do PV, com valores de R^2 variando de 0,94 a 0,98 (Fontes, 1995; Ferreira et al., 1998; Jorge et al. 2000; Vêras et al., 2000). Silva et al. (2002b) verificaram que, para bovinos Nelore inteiros, a estimativa do PCVZ poderia ser obtida a partir da relação $PCVZ = 0,8975PV$, enquanto Vêras et al. (2000) observaram relação $PCVZ = PV$. Neste trabalho, a partir da regressão de PCVZ em função do peso de jejum, a equação para conversão de ganho de PVCZ em ganho de PV seria:

$$PV = 1,15 (PCVZ + 2,7399)$$

Usualmente, tem-se estimado o PCVZ a partir do PV, destacando-se, no entanto, a importância da estimativa a partir do PCQ, pois os diferentes regimes alimentares, além da raça, podem influenciar principalmente o tamanho do trato gastrointestinal (TGI). Níveis crescentes de concentração influenciaram os pesos e comprimentos de órgãos em bezerros holandeses não-castrados (Signoretto et al., 1999). Perón et al. (1993) e Jorge et al. (1999) observaram que animais em restrição alimentar, em comparação a animais alimentados à vontade, apresentaram menor TGI. Diferenças na biometria dos órgãos influenciam diretamente as exigências nutricionais, visto que o *turnover* protéico aumenta as exigências de manutenção (Owens et al., 1993). Owens et al. (1995) observaram que, em raças com aptidão leiteira, as maiores deposições de gordura ocorreram nos componentes viscerais, aumentando a demanda energética para manutenção. Diante disso, a utilização do PCQ minimizaria os efeitos de alguns desses fatores que poderiam influenciar a estimativa do PCVZ.

Henrique et al. (2003) utilizaram o PCQ para estimar o PCVZ de tourinhos Santa Gertrudes e encontraram elevados valores de R^2 (0,99). Mesmo que os valores de R^2 para estimativa do PCVZ a partir do PV tenham sido elevados, a estimativa do PCVZ a partir do PCQ proporciona valores de

R^2 maiores, em decorrência da eliminação das diversas fontes de influência (como o tamanho do TGI) presentes no PV, fatores que tornam o PCQ mais indicado.

A porcentagem de água no CVz esteve correlacionada às porcentagens de água, PB, EE e cinzas no corte da 9-10-11ª costelas, sendo obtidas as seguintes equações:

$$\% \text{Água CVz} = 1,0349\% \text{Água costelas} - 1,7442 \quad (R^2 = 0,98; S_{x,y} = 0,46) \quad (\text{Eq.1})$$

$$\% \text{Água CVz} = 1,1385\% \text{PB costelas} + 33,4110 \quad (R^2 = 0,59; S_{x,y} = 1,96) \quad (\text{Eq.2})$$

$$\% \text{Água CVz} = -0,5661\% \text{EE costelas} + 67,435 \quad (R^2 = 0,91; S_{x,y} = 0,90) \quad (\text{Eq.3})$$

$$\% \text{Água CVz} = 2,7234\% \text{Cinzas costelas} + 41,6500 \quad (R^2 = 0,46; S_{x,y} = 2,25) \quad (\text{Eq.4})$$

Observou-se, pelas equações de regressão, que a porcentagem de água do CVz em relação à de água (Eq.1) e à de EE (Eq.3) do corte da 9-10-11ª costelas, apresentou elevados valores de R^2 . Essas equações podem, portanto, ser indicadas para a estimativa da porcentagem de água no CVz. Entre essas duas equações, a mais adequada seria a que utiliza a porcentagem de água no corte da 9-10-11ª costelas (Eq.1) em razão de seu elevado valor de R^2 (0,98) e do baixo desvio-padrão (0,46) quando comparada à equação 3. Lanna et al. (1995), Henrique et al. (2003) e Paulino et al. (2005) também obtiveram elevados valores de R^2 (acima de 0,90) para equações de regressão para a estimativa da composição corporal a partir do corte da 9-10-11ª costelas.

A porcentagem de EE no CVz esteve correlacionada às porcentagens de água, PB, EE e cinzas presentes no corte da 9-10-11ª costelas, obtendo-se as equações:

$$\% \text{EE CVz} = -1,6695\% \text{Água costelas} + 114,41 \quad (R^2 = 0,90; S_{x,y} = 0,90) \quad (\text{Eq.5})$$

$$\% \text{EE CVz} = -2,0746\% \text{PB costelas} + 61,938 \quad (R^2 = 0,70; S_{x,y} = 2,79) \quad (\text{Eq.6})$$

$$\%EE\ CVz = 0,9662\% EE\ costelas + 1,5294$$

$$(R^2 = 0,95; S_{x,y} = 1,18) \quad (Eq.7)$$

$$\%EE\ CVz = -5,1945\% Cinzas\ costelas + 47,9490$$

$$(R^2 = 0,60; S_{x,y} = 3,23) \quad (Eq.8)$$

Assim como observado para o teor de água, o EE no CVz pode ser estimado a partir da água ou do EE no corte da 9-10-11^a costelas. Embora a equação 5 tenha apresentado elevado valor de R^2 (0,90), podendo ser indicada para a predição da composição em EE do CVz, a equação mais adequada seria a Eq. 7 por apresentar maior valor de R^2 (0,95).

Tão importantes quanto o valor de R^2 são a validação da equação para a estimativa da composição do CVz e sua adequação para a categoria animal. Alleoni et al. (1997) utilizaram animais semelhantes aos deste trabalho (novilhos Nelore com 20 a 29,7 meses de idade), cujas composições da 9-10-11^a costelas e do CVz em EE foram de 27,0 e 21,2%, respectivamente.

Para avaliar o poder preditivo da equação 7 deste trabalho, utilizou-se o valor de 27,0% citado por Alleoni et al. (1997), o que permitiu verificar que esta equação estimou com precisão a composição em EE no CVz (20,8 vs 21,2%). O mesmo não se aplicou à equação 5, que superestimou em 30,2% o teor de EE no CVz. Possíveis explicações poderiam ser tecidas a partir da afirmativa de Pearson et al. (1968) de que a composição corporal somente pode ser estimada a partir das quantidades de água se os animais forem velhos, o que explicaria parte da superestimativa obtida na equação 5 quando a quantidade de água presente no corte das costelas foi utilizada para estimar o EE no CVz. Neste contexto, Moulton (1923), citado por Reid et al. (1955), introduziu o conceito de que haveria maturidade química, ou seja, uma idade partir da qual as quantidades de nutrientes seriam constantes. Com base nesta premissa, pode-se sugerir que, embora houvesse semelhanças entre os animais utilizados por Alleoni et al. (1997) e os deste trabalho, esses animais provavelmente não se encontravam na mesma maturidade fisiológica e química. Para diversificar as equações, dados pertencentes a outros animais, de mesma categoria, criados em condições diferentes das apresentadas neste trabalho poderiam diversificar as equações, corrigindo vícios provenientes de animais muito semelhantes.

Na Figura 2 encontra-se a relação entre a porcentagem de EE no CVz e no corte da 9-10-11^a costelas.

A porcentagem de proteína presente no CVz foi correlacionada às porcentagens de água, PB, EE e cinzas presentes no corte da 9-10-11^a costelas, obtendo-se as equações:

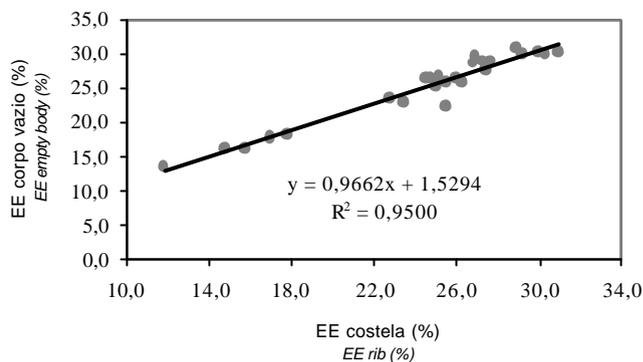


Figura 2 - Porcentagem de EE no corpo vazio e no corte da 9-10-11^a costelas.

Figure 2 - Relationship between content of ether extract in empty body and 9-10-11th ribs cut.

$$\%Prot\ CVz = 0,5200\% \text{ \u00c1gua costelas} - 9,9052$$

$$(R^2 = 0,60; S_{x,y} = 1,22)$$

$$\%Prot\ CVz = 0,7849\% PB\ costelas + 3,9690$$

$$(R^2 = 0,71; S_{x,y} = 1,05)$$

$$\%Prot\ CVz = -0,3255\% EE\ costelas + 25,8510$$

$$(R^2 = 0,75; S_{x,y} = 0,97)$$

$$\%Prot\ CVz = 1,8797\% Cinzas\ costelas + 9,6392$$

$$(R^2 = 0,56; S_{x,y} = 1,30)$$

As regress\u00f5es relacionando a porcentagem de prote\u00edna no CVz e as de \u00e1gua e cinzas no corte da 9-10-11^a costelas apresentaram baixos valores de R^2 (abaixo de 0,60), o que impossibilita sua recomenda\u00e7\u00e3o para estimativa desse componente qu\u00edmico no CVz. Apesar dos maiores valores de R^2 (0,71 e 0,75) para as equa\u00e7\u00f5es relacionando a composi\u00e7\u00e3o qu\u00edmica prot\u00e9ica do CVz e as porcentagens de prote\u00edna e EE no corte da 9-10-11^a costelas, n\u00e3o se recomenda sua utiliza\u00e7\u00e3o. Outros autores (Lanna et al., 1995; V\u00e9ras et al., 2001; Henrique et al., 2003) tamb\u00e9m obtiveram baixos valores de R^2 (0,43 a 0,65), independentemente da categoria animal, quando desenvolveram equa\u00e7\u00f5es para prever a composi\u00e7\u00e3o prot\u00e9ica do CVz a partir do corte das costelas.

Na Figura 3 encontram-se as dispers\u00f5es de dados utilizados no desenvolvimento das equa\u00e7\u00f5es de regress\u00e3o para predi\u00e7\u00e3o da composi\u00e7\u00e3o prot\u00e9ica do CVz em rela\u00e7\u00e3o \u00e0 porcentagem de PB no corte da 9-10-11^a costelas.

Apesar do baixo valor de R^2 (0,71), a dispers\u00e3o de dados permaneceu pr\u00f3xima \u00e0 linha de tend\u00eancia, evidenciando a possibilidade de obten\u00e7\u00e3o de equa\u00e7\u00f5es adequadas a partir da prote\u00edna (Figura 3). Embora sem validade, ao extrair os quatro pontos mais distantes (gr\u00e1fico B), o valor de R^2 elevou de 0,71 para 0,94. Fatores como a coleta, o processamento e, principalmente a homogeneidade das

amostras, podem interferir na obtenção da composição química corporal, contribuindo para que alguns pontos se distanciem da linha de tendência. Em se tratando de proteína, a homogeneidade das amostras de natureza diversificada seria fator preponderante na obtenção da composição protéica, o que sugeriu que novas observações poderiam ser compiladas contribuindo para obtenção de equações com maior acuidade para a predição desse componente químico.

A proteína foi o componente que menos variou ao longo do desenvolvimento animal, o que indica que a tendência nesses estudos seria de que a porcentagem protéica no corte da 9-10-11ª costelas estimasse satisfatoriamente seu teor no CVz, o que não ocorreu. Recomenda-se que, para este componente químico, o procedimento mais adequado e preciso para a estimativa no CVz seja a utilização da PB presente na MSD.

A porcentagem de cinzas no CVz esteve significativamente correlacionada às de água, PB, EE e cinzas no corte da 9-10-11ª costelas, sendo obtidas as equações:

$$\%MM \text{ CVz} = 0,1146\% \text{ \u00c1gua costelas} - 2,7644 \quad (R^2 = 0,45; S_{x,y} = 0,36) \quad (\text{Eq.9})$$

$$\%MM \text{ CVz} = 0,1512\% \text{ PB costelas} + 0,6825 \quad (R^2 = 0,39; S_{x,y} = 0,38) \quad (\text{Eq.10})$$

$$\%MM \text{ CVz} = -0,0745\% \text{ EE costelas} + 5,1845 \quad (R^2 = 0,60; S_{x,y} = 0,31) \quad (\text{Eq.11})$$

$$\%MM \text{ CVz} = 0,5915\% \text{ cinzas costelas} + 0,7619 \quad (R^2 = 0,88; S_{x,y} = 0,17) \quad (\text{Eq.12})$$

As equações desenvolvidas n\u00e3o foram adequadas para estimar a porcentagem de cinzas do CVz a partir da

porcentagens de \u00e1gua, prote\u00edna e EE do corte da 9-10-11ª costelas. A porcentagem de cinzas do CVz foi altamente correlacionada ao teor desse mesmo nutriente no corte da 9-10-11ª costelas ($R^2 = 0,88$), indicando acuidade nessa estimativa. Al\u00e9m da possibilidade de utiliza\u00e7\u00e3o da equa\u00e7\u00e3o 12 na predi\u00e7\u00e3o da composi\u00e7\u00e3o corporal, outra op\u00e7\u00e3o seria a porcentagem de cinzas na MSD do CVz (Tabela 3). O desenvolvimento de equa\u00e7\u00f5es adequadas \u00e9 fundamental para obten\u00e7\u00e3o das exig\u00eancias nutricionais. Para isso, \u00e9 necess\u00e1rio validar essas equa\u00e7\u00f5es. No intuito de testar o potencial de predi\u00e7\u00e3o da composi\u00e7\u00e3o corporal em cinzas a partir da equa\u00e7\u00e3o 12, utilizou-se o teor de cinzas obtido por Alleoni et al. (1997) no corte das costelas de novilhos Nelore (4,5%). O valor predito a partir da equa\u00e7\u00e3o 12 foi de 3,4% de cinzas no CVz, ou seja, 22,8% menor que aquele citado (4,2%) por Alleoni et al. (1997). Seria conveniente avaliar a magnitude dessas diferen\u00e7as em compara\u00e7\u00e3o \u00e0s exig\u00eancias nutricionais, pois os valores de R^2 de algumas equa\u00e7\u00f5es descritas neste trabalho indicam que elas s\u00e3o adequadas e recomend\u00e1veis, contudo, algumas super ou subestimativas poder\u00e3o ser obtidas se essas equa\u00e7\u00f5es forem utilizadas na predi\u00e7\u00e3o da composi\u00e7\u00e3o qu\u00edmica corporal de animais da mesma categoria. Refor\u00e7a-se a necessidade da compila\u00e7\u00e3o de dados diversificados obtidos a partir de categorias animais semelhantes e provenientes de cria diferente da utilizada neste trabalho, o que, provavelmente, propiciaria equa\u00e7\u00f5es mais abrangentes, o que, em parte, melhoraria a estimativa sem prejudicar os valores de R^2 .

Al\u00e9m do desenvolvimento de equa\u00e7\u00f5es para estimar a composi\u00e7\u00e3o do CVz a partir da composi\u00e7\u00e3o qu\u00edmica no corte da 9-10-11ª costelas, os constituintes do CVz poderiam ser correlacionados, possibilitando alternativas r\u00e1pidas para

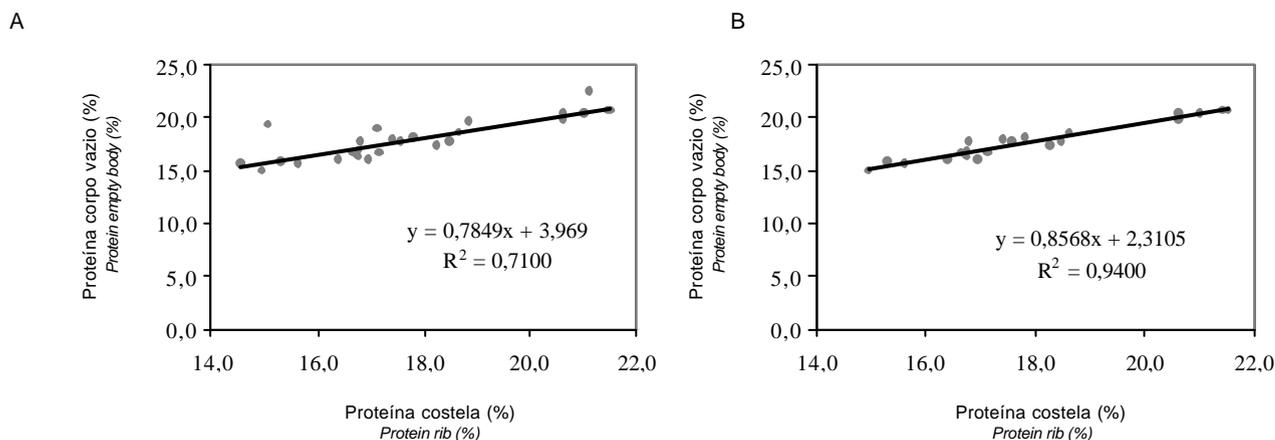


Figura 3 - Composi\u00e7\u00e3o prot\u00e9ica do corpo vazio e do corte da 9-10-11ª costelas (A). Representa\u00e7\u00e3o gr\u00e1fica e equa\u00e7\u00e3o ajustada extraindo-se os pontos mais afastados da linha de tend\u00eancia (B).

Figure 3 - Relationship between composition of protein in empty body and protein in 9-10-11th ribs cut (A) and graphic representation of the adjusted equation after removal of possible outliers (B).

predição da composição. Dessa forma, foram desenvolvidas as seguintes equações correlacionando água e EE:

$$\%EE\ CVz = -1,6235\% \text{ Água CVz} + 112,1500 \quad (R^2 = 0,93; S_{x,y} = 1,31) \quad (\text{Eq.13})$$

$$\%\text{Água CVz} = -0,5772\% \text{ EE CVz} + 68,1130 \quad (R^2 = 0,93; S_{x,y} = 0,78) \quad (\text{Eq.14})$$

A partir da equação 1, seria obtida a porcentagem de água no CVz e, aplicando-se esse valor estimado na equação 13, obter-se-ia a porcentagem de EE no CVz. Simulando esta observação, a porcentagem estimada de água no CVz seria 53,7%. Aplicando-se esse valor na equação 13, a estimativa da porcentagem de EE no CVz seria 24,9%. O valor real observado para a porcentagem de EE no CVz (Tabela 2) foi de 25%, indicando que esta equação poderia ser adequada para estimar com acurácia e rapidez a composição do CVz a partir da porcentagem de água no corte da 9-10-11^a costelas.

Conclusões

As equações de regressão para estimativa do peso de corpo vazio a partir dos pesos de jejum e da carcaça quente de bovinos Nelore castrados (21 a 31 meses de idade, com 338,0 e 503,6 kg) foram adequadas.

A composição química em água, EE e cinzas no corte da 9-10-11^a costelas possibilitou que as porcentagens desses componentes nutritivos no corpo vazio fossem estimadas com acuidade.

As regressões obtidas para a estimativa da porcentagem de proteína no CVz a partir da composição proteica do corte da 9-10-11^a costelas não foram adequadas. No entanto, a utilização do teor de PB na MS desengordurada do corpo vazio pode ser recomendada.

As equações desenvolvidas devem ser utilizadas somente em estudos com animais semelhantes aos deste trabalho, devendo ser validadas previamente para utilização em outras populações.

Literatura Citada

- ALLEONI, G.F. **Avaliação da gravidade específica da carcaça, da composição química e física, dos cortes da costela para estimar a composição corporal de novilhos Nelore na fase de acabamento**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1995. 58p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 1995.
- ALLEONI, G.F.; LEME, P.R.; BOIN, C. et al. 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.385-390, 1997.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The nutrient requirements of ruminant livestock**. London: 1980. 351p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - AOAC. **Official Methods of analysis**. 16.ed. Arlington: Patricia Cunniff, 1995. 1025p.
- BERNDT, A.; HENRIQUE, W.; LANNA, D.P.D et al. Milho úmido, bagaço de cana e silagem de milho em dietas de alto teor de concentrado, composição corporal e taxas de deposição dos tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2105-2112, 2002.
- BULLE, M.L.M.; RIBEIRO, F.G.; LEME, P.R. et al. Exigências líquidas de energia e proteína de tourinhos de dois grupos genéticos alimentados com dietas de alto teor de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.436-443, 2002. Suplemento.
- EZEQUIEL, J.M.B.; SILVA, O.G.C.; GALATI, R.L. et al. Desempenho de novilhos Nelore alimentados com casca de soja ou farelo de gérmen de milho em substituição parcial ao milho moído. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.569-575, 2006.
- FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. 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.
- FONTES, C.A.A. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuínos e mestiços europeu-zebu. Resultados experimentais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.419-455.
- GARRET, W.N.; HINMAN, N. Re-evaluation of the relationship between carcass density and body composition of beef steers. **Journal of Animal Science**, v.28, n.1, p.1-5, 1969.
- GARRET, W.N. Factors influencing energetic efficiency of beef production. **Journal of Animal Science**, v.51, n.6, p.1434-1440, 1980.
- HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. Washington: U.S. Department of Agriculture, 1946. 21p. (Technical Bulletin, 926).
- HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A.A.M.; LEME, P.R. et al. Estimativa da composição química corporal de tourinhos Santa Gertrudes a partir da composição química e física das 9-10-11^a costelas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.709-718, 2003.
- JORGE, A.M.; FONTES, C.A.A.; PAULINO, M.F. et al. Tamanho relativo dos órgãos internos de zebuínos sob alimentação restrita e *ad libitum*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.374-380, 1999.
- JORGE, A.M.; FONTES, C.A.A.; PAULINO, M.F. et al. Utilização de método indireto para predição da composição química corporal de zebuínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1862-1867, 2000 (supl. 2).
- LANNA, D.P.D.; BOIN, C.; ALLEONI, G.F. et al. Estimation of carcass and empty body composition of zebu bulls using the composition of rib cuts. **Scientia Agricola**, v.52, n.1, p.189-197, 1995.
- LEME, P.R.; BOIN, C.; ALLEONI, G.F. et al. Estimativa da composição química corporal de novilhos Nelore através do espaço de deutério. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.441-452, 1994.
- LEME, P.R.; LANNA, D.P.D.; HENRIQUE, W. et al. Substituição do grão de milho por polpa de citros em dietas com diferentes níveis de concentrado. 2. Taxas de deposição e composição química corporal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.834-839, 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6.ed. Washington, 1984. 90p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 1996. 212p.

- OWENS, F.N.; DUBESKI, P.; HANSON, C.F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.71, n.11, p.3138-3150, 1993.
- OWENS, F.N.; GILL, D.R.; SECRIST, D.S. et al. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, n.10, p.3152-3172, 1995.
- PAULINO, P.V.R.; COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Validação das equações desenvolvidas por Hankins e Howe para predição da composição da carcaça de zebuínos e desenvolvimento de equações para estimativa da composição corporal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.327-339, 2005.
- PEARSON, A.M.; PURCHAS, R.W.; REINEKE, E.P. Theory and potential usefulness of body density as a predictor of body composition. In: NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (Ed.) **Body composition in animals and man**. Washington: 1968. p.153-169. (Publication, 1598).
- PERON, A.J.; FONTES, C.A.A.; LANA, R.P. et al. Tamanho dos órgãos internos e distribuição da gordura corporal em novilhos de cinco grupos genéticos, submetidos à alimentação restrita e *ad libitum*. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.5, p.813-819, 1993.
- REID, J.T.; WELLINGTON, G.H.; DUNN, H.O. Some relationships among the major chemical components of the bovine body and their application to nutritional investigations. **Journal of Dairy Science**, v.38, n.12, p.1344-1359, 1955.
- SANZ SAMPELAYO, M.R.; MUÑOZ, F.J.; EXTREMARA, F.G. et al. Factors affecting pre and pos-weaning growth and body composition in kid goats of the Granadina breed. **Animal Production**, v.45, n.2, p.233-238, 1987.
- SIGNORETTI, R.D.; ARAÚJO, G.G.L.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Características quantitativas das partes do corpo não-integrantes da carcaça animal e desenvolvimento do trato gastrointestinal de bezerros da raça Holandesa alimentados com dietas contendo quatro níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.4, p.875-882, 1999.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.
- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Composição corporal e requisitos líquidos e dietéticos de macroelementos minerais de bovinos Nelore não-castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1849-1864, 2002a.
- SILVA, F.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ÍTAVO, L.C.V. et al. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado e proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.503-513, 2002 (supl.)
- VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Composição corporal e requisitos energéticos e protéicos de bovinos Nelore, não-castrados, alimentados com rações contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2379-2389, 2000.
- VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. 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 (supl.).

Recebido: 06/02/06
Aprovado: 13/09/06