

# PREDIÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA CORPORAL E DA CARÇA DE ANIMAIS NELORE PUROS E CRUZADOS

Marcos Inácio Marcondes<sup>1</sup>, Pedro Veiga Rodrigues Paulino<sup>2</sup>, Sebastião de Campos Valadares Filho<sup>3</sup>, Mateus Pies Gionbelli<sup>1</sup>, Luiz Fernando Costa e Silva<sup>4</sup>; Luis Orlando Tedeschi<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Doutorando em Zootecnia do DZO-UFV; <sup>2</sup>Professor DZO-UFV, Membro do INCT-CA; <sup>3</sup>Professor do DZO-UFV. ([scvfilho@ufv.br](mailto:scvfilho@ufv.br)), Coordenador do INCT-CA; <sup>4</sup>Mestrando em Zootecnia do DZO-UFV; <sup>5</sup>Prof. Texas A & M University. ([luis.tedeschi@tamu.edu](mailto:luis.tedeschi@tamu.edu))

## INTRODUÇÃO

O primeiro passo para a determinação das exigências nutricionais de bovinos consiste em mensurar a composição corporal dos animais. Os métodos utilizados para predição da composição corporal e/ou da carcaça são classificados em diretos ou indiretos. Os métodos indiretos envolvem a predição da composição, tanto do corpo, quanto das carcaças dos animais, a partir de parâmetros mais facilmente obtidos. Os métodos diretos consistem na separação e dissecação de todas as partes do corpo dos animais, e subsequente determinação dos constituintes físicos e químicos. Assim, experimentos que envolvem a utilização do método direto são extremamente trabalhosos, demorados e de custo elevado, em virtude da perda de pelo menos metade da carcaça dos animais e pelo grande número de pessoas e análises laboratoriais envolvidas no processo.

Diversos métodos indiretos foram desenvolvidos e utilizados em diferentes escalas em todo mundo. Kraybill et al. (1952) desenvolveram o método de estimativa da água e extrato etéreo do corpo pela gravidade específica. Essa ferramenta teve certa repercussão no Brasil (Alleoni et al., 1997; Lanna et al., 1995; Peron et al., 1993; Gonçalves et al., 1991), porém de forma geral não produziu bons resultados para os animais aqui criados (Lanna et al., 1995; Alleoni et al. 1997). Outros métodos como antipirina, água tritiada, N-acetil-amino-antipirina (Panaretto & Till, 1963), diluição de uréia (Preston & Kock, 1973) e <sup>40</sup>K (Clark et al., 1976) tiveram pouca difusão no Brasil, devido à dificuldade de utilização das técnicas, custo e/ou falta de aparelhagem e mão de obra adequada.

O método mais empregado no Brasil é o proposto por Hankins & Howe (1946), que desenvolveram equações para estimar a composição corporal de bovinos com base no corte da 9-10-11<sup>a</sup> costelas. Essa técnica teve grande difusão por ser fácil, rápida e de baixo custo, além de ter produzido bons resultados em alguns estudos (Paulino et al. 2005a; Henrique et al., 2003; Silva, 2001).

## USO DO CORTE DAS 9-10-11<sup>A</sup> COSTELAS – SEÇÃO HH

Hankins & Howe (1946) conduziram experimento sobre a utilização de cortes da carcaça de bovinos para predição, tanto de sua composição física, quanto da química, apresentando uma metodologia para obtenção de uma amostra da carcaça compreendendo a seção entre a 9-10-11<sup>a</sup> costelas (seção HH), bem como estabelecendo equações de predição das referidas composições. Os autores tomaram como base resultados obtidos por outros pesquisadores, notadamente Trowbridge & Haigh (1921; 1922), Moulton (1923) e Lush (1926), que testaram diversos cortes da carcaça para fins de sua predição física e concluíram que a costela era a porção que melhor representava a carcaça como um todo. Lush (1926) enfatizou a importância de não se determinar apenas a composição da carcaça, mas de todo o corpo vazio, para que os resultados fossem de maior utilidade em experimentos de nutrição animal.

### A seção HH ficou definida como representada na Figura 1

Figura 1, em que se mede a distância entre o primeiro e último ponto ósseo da costela (distância de A a B) e obtém-se 61,5% dessa distância (ponto C). O corte da seção HH deve ser feito no ponto D, que é definido pelo ponto em que uma reta perpendicular à régua passa pelo ponto C.

Hankins & Howe (1946) definiram diversas equações para predição da composição física e química da carcaça. Estes autores trabalharam apenas com animais castrados e fêmeas, sendo definidos modelos para essas classes sexuais e uma equação geral que abrangeria ambas. Um problema proveniente das equações sugeridas por Hankins & Howe (1946) é que as equações de predição da composição química abrangem apenas o tecido macio (*“soft tissue”*), portanto não computando a composição dos ossos. Essa pode ser uma explicação de resultados tão variados obtidos em experimentos que objetivaram validar essas equações (Cole et al., 1962; Powel & Huffman, 1973; Crouse & Dikeman, 1974; Nour & Thonney, 1994).

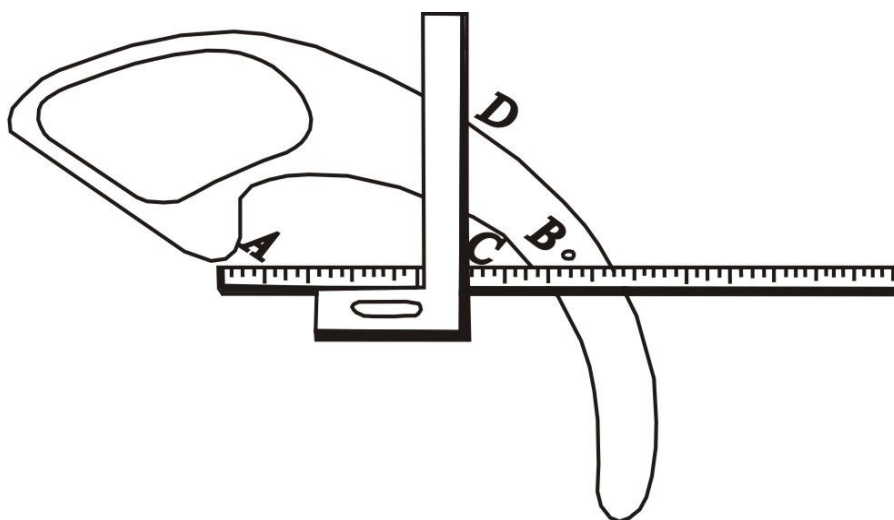


Figura 1 - Ilustração do método de corte da seção HH (Hankins & Howe, 1946).

As equações propostas por Hankins & Howe (1946) para predição da composição física e química da carcaça são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Equações de predição da composição física e química da carcaça a partir da composição do corte das 9-10-11<sup>a</sup> costelas propostas por Hankins e Howe em 1946

Variáveis	Classe sexual		
	Todos	Machos castrados	Fêmeas
	Composição Física		
Gordura na carcaça, % (Y) Gordura no corte das costelas, % (X)	$Y = 3,06 + 0,82 X$	$Y = 3,54 + 0,80 X$	$Y = 3,14 + 0,83 X$
Músculo na carcaça, % (Y) Músculo no corte das costelas, % (X)	$Y = 15,56 + 0,81 X$	$Y = 16,08 + 0,80 X$	$Y = 16,09 + 0,79 X$
Ossos na carcaça, % (Y) Ossos no corte das costelas, % (X)	$Y = 4,30 + 0,61 X$	$Y = 5,52 + 0,57 X$	$Y = 6,88 + 0,44 X$
	Composição Química		
Extrato etéreo na carcaça, % (Y) Extrato etéreo no corte das costelas, % (X)	$Y = 2,82 + 0,77 X$	$Y = 3,49 + 0,74 X$	$Y = 2,73 + 0,78 X$
Proteína na carcaça, % (Y) Proteína no corte das costelas, % (X)	$Y = 5,98 + 0,66 X$	$Y = 6,19 + 0,65 X$	$Y = 5,64 + 0,69 X$
Água na carcaça, % (Y) Água no corte das costelas, % (X)	$Y = 14,90 + 0,78 X$	$Y = 16,83 + 0,75 X$	$Y = 14,28 + 0,78 X$

Apesar das equações propostas por Hankins & Howe (1946) serem amplamente utilizadas no exterior e no Brasil, devido à facilidade de obtenção da seção HH, poucos trabalhos foram realizados visando determinar se seriam aplicáveis para animais zebuínos, que predominam no cenário pecuário brasileiro, uma vez que foram desenvolvidas, utilizando-se bovinos taurinos. Lana (1988), Silva (2001), Paulino et al. (2005a,b) e Marcondes et al. (2009) dissecaram a carcaça de alguns animais e avaliaram o corte das 9-10-11<sup>a</sup> costelas como um estimador da composição da carcaça e do corpo vazio como um todo e concluíram, de forma unânime, que as equações desenvolvidas por Hankins & Howe (1946) não se mostraram totalmente aplicáveis a animais zebuínos. Os constituintes do tecido adiposo e extrato etéreo foram os mais variados, uma vez que o emprego das referidas equações em animais zebuínos incorreu em superestimativa do teor de gordura na carcaça e no corpo vazio dos animais. Como as equações de Hankins & Howe (1946) não computaram o tecido ósseo, é provável que essa seja uma das razões para os problemas nas estimativas de tecido adiposo e de extrato etéreo, uma vez que os ossos possuem uma concentração bem menor desses componentes, superestimando assim suas estimativas finais (Marcondes et al., 2010a).

Algumas pesquisas foram desenvolvidas no Brasil com o objetivo de prever a composição química corporal e da carcaça de bovinos de corte a partir da composição química da seção HH (Ferreira et al., 2001; Vêras et al., 2001; Jorge et al., 2000; Peron et al., 1993). Entretanto, todos estes pesquisadores analisaram quimicamente as amostras dos tecidos muscular, adiposo e ósseo, obtidas pela dissecação da seção HH e estimaram a composição química da carcaça a partir dos dados observados nas amostras da seção HH, sendo que esses dados foram extrapolados para a carcaça como um todo a partir da sua composição física, obtida pelas equações desenvolvidas por Hankins & Howe (1946). A composição química da carcaça, foi, desta forma, “estimada” a partir dos dados de análise química encontrados nas amostras da seção HH e a composição corporal foi determinada, somando-se os dados encontrados pela análise dos outros tecidos extra-carcaça.

Como a carcaça é o principal componente quantitativo do corpo vazio, a grande maioria destes trabalhos concluiu que a composição química corporal poderia ser predita a partir da composição química da seção HH, o que parece não ser verdadeiro, principalmente em relação ao teor de extrato etéreo da carcaça (Silva, 2001; Paulino et al., 2005a).

Nesse sentido, alguns autores desenvolveram equações (Tabela 2) para animais zebuínos e compostos, com maior ênfase sendo dada ao componente gordura, que é o mais variável (Paulino et al., 2005a,b; Henrique et al., 2003; Silva, 2001; Alleoni et al., 2001; Lanna, 1988). Paulino et al. (2003) validaram algumas dessas equações e observaram que somente a equação desenvolvida por Lanna (1988) foi capaz de estimar sem vícios o teor de extrato etéreo no corpo vazio de animais zebuínos.

Frente aos resultados apresentados acima, foram desenvolvidas na primeira edição das Tabelas Brasileiras de Exigências Nutricionais para Zebuínos (BR-CORTE, Valadares Filho et al., 2006) equações para predizer a composição química do corpo vazio e da carcaça de zebuínos (Tabelas 3 e 4) a partir da seção HH, utilizando resultados da dissecação completa da carcaça e da seção HH (N = 66) obtidos por Paulino (2002 e 2006).

Essas equações apresentadas em 2006 no BR-CORTE passaram por uma avaliação feita por Marcondes et al. (2010a), que reuniram um banco de dados com 263 animais independentes daqueles utilizados por Valadares Filho et al. (2006). O banco de dados foi constituído de animais machos inteiros, machos castrados e fêmeas, assim como animais da raça Nelore e cruzados Nelore x Angus e Nelore x Simental. Estes tiveram sua meia-carcaça direita e seção HH completamente dissecadas para a comparação. Os autores também fizeram uma nova avaliação das equações preconizadas por Hankins & Howe (1946) e as compararam com aquelas propostas na primeira edição do BR-CORTE.

Tabela 2 - Equações de predição da composição química do peso de corpo vazio (PCVZ) a partir da composição química da seção HH (corte das 9-10-11<sup>a</sup> costelas), para condições brasileiras

Autor	Grupo Genético	Componente corporal	Equação
Lanna (1988)	Nelore inteiros	Água no corpo vazio	% Água pcvz = 24,1936 + 0,6574 x % Água seção HH $r^2 = 0,93$ ; Syx = 0,8
Lanna (1988)	Nelore inteiros	Extrato etéreo no corpo vazio	% EE pcvz = 8,938 + 0,01605 x (EE Seção HH) <sup>2</sup> $r^2 = 0,95$ ; Syx = 0,8
Lanna (1988)	Nelore inteiros	Proteína no corpo vazio	Relação proteína : água no pcvz = 0,3077
Alleoni et al. (2001)	Brangus inteiros	Água no corpo vazio	% Água pcvz = 0,1413 + 1,0255 x % Água seção HH $r^2 = 0,946$ ; Syx = 0,734
Alleoni et al. (2001)	Brangus inteiros	Extrato etéreo no corpo vazio	% EE pcvz = 90,14538 – 1,21282 x Água Seção HH $r^2 = 0,853$ ; Syx = 1,503
Alleoni et al. (2001)	Brangus inteiros	Proteína no corpo vazio	Relação proteína : água no pcvz = 0,2806
Silva (2001)	Nelore inteiros	Água no corpo vazio	% Água pcvz = 66,7493 - 0,4251 x % EE seção HH $r^2 = 0,51$
Silva (2001)	Nelore inteiros	Extrato etéreo no corpo vazio	% EE pcvz = 5,3424 + 0,6020 x % EE seção HH $r^2 = 0,56$
Silva (2001)	Nelore inteiros	Proteína no corpo vazio	% Proteína pcvz = 17,9987 – 0,1584 x % Proteína seção HH $r^2 = 0,59$
Henrique et al. (2003)	Santa Gertrudes inteiros	Água no corpo vazio	% Água pcvz = 1,1221 x % Água seção HH – 6,4839 $r^2 = 0,95$ ; Syx = 0,97
Henrique et al. (2003)	Santa Gertrudes inteiros	Extrato etéreo no corpo vazio	% EE pcvz = -1,1570 x Água Seção HH + 84,2600 $r^2 = 0,92$ ; Syx = 1,33
Paulino et al. (2005b)	Anelorados castrados	Água no corpo vazio	% Água pcvz = 6,67 + 0,924 x % Água seção HH $r^2 = 0,89$ ; Syx = 1,482
Paulino et al. (2005b)	Anelorados castrados	Extrato etéreo no corpo vazio	% EE pcvz = 0,573 + 0,840 x EE Seção HH $r^2 = 0,93$ ; Syx = 1,572
Paulino et al. (2005b)	Anelorados castrados	Proteína no corpo vazio	% Proteína pcvz = 5,01 + 0,782 x Proteína Seção HH $r^2 = 0,93$ ; Syx = 0,4755

$r^2$  = coeficiente de determinação; Sxy = desvio padrão da estimativa.

Marcondes et al. (2010a) concluíram que, de modo geral, as equações propostas por Hankins & Howe (1946) e pelo BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006) estimaram satisfatoriamente a composição química da carcaça e do corpo vazio dos animais, com melhores estimativas para aquelas apresentadas no BR-CORTE. O principal índice utilizado pelos autores para a avaliação foi o coeficiente de concordância da correlação (CCC), que pode, teoricamente, avaliar a precisão e acurácia simultaneamente (Lin, 1989). Quanto mais próximo o CCC for de um, mais preciso e acurado o modelo é, e na medida em que ele diminui, há uma indicação de falta de acurácia e/ou precisão no modelo.

Tabela 3 - Equações de predição da composição química do peso de corpo vazio de zebuínos a partir da composição química do corte das 9-10-11<sup>a</sup> costelas

Variáveis	Equação de estimação	Erro padrão da estimativa	Coefficiente de determinação
<b>Água no peso de corpo vazio, % (Y)</b>			
Água no corte das costelas, % (X)	$Y = 31,42 + 0,51 X$	1,94	0,71
<b>Extrato etéreo no peso de corpo vazio, % (Y)</b>			
Extrato etéreo no corte das costelas, % (X)	$Y = 4,56 + 0,60 X$	2,37	0,81
<b>Proteína no peso de corpo vazio, % (Y)</b>			
Proteína no corte das costelas, % (X)	$Y = 4,96 + 0,76 X$	0,90	0,75
<b>Minerais no peso de corpo vazio, % (Y)</b>			
Minerais no corte das costelas (X)	$Y = 2,54 + 0,39 X$	0,47	0,45

Tabela 4 - Equações de predição da composição química da carcaça de zebuínos a partir da composição química do corte das 9-10-11<sup>a</sup> costelas

Variáveis	Equação de estimação	Erro padrão da estimativa	Coefficiente de determinação
<b>Água na carcaça, % (Y)</b>			
Água no corte das costelas, % (X)	$Y = 34,97 + 0,45 X$	1,94	0,66
<b>Extrato etéreo na carcaça, % (Y)</b>			
Extrato etéreo no corte das costelas, % (X)	$Y = 4,96 + 0,54 X$	2,22	0,80
<b>Proteína na carcaça, % (Y)</b>			
Proteína no corte das costelas, % (X)	$Y = 4,05 + 0,78 X$	1,00	0,72
<b>Minerais na carcaça, % (Y)</b>			
Minerais no corte das costelas (X)	$Y = 2,88 + 0,50 X$	0,66	0,40

Marcondes et al. (2010a) observaram bons resultados (CCC entre 0,70 e 0,91) para as equações de estimativa do extrato etéreo e água da carcaça e do corpo vazio de pesquisas publicadas por Valadares Filho et al. (2006) e Hankins & Howe (1946), entretanto, para proteína bruta as estimativas foram menos precisas e/ou acuradas (CCC entre 0,56 e 0,61). Os autores justificaram que a inclusão de novas variáveis nos modelos e efeitos como sexo e raça poderiam melhorar os ajustes das equações.

Na primeira versão do BR-CORTE, Valadares Filho et al. (2006) sugeriram que a completa dissecação e moagem da carcaça de bovinos, utilizados em experimentos onde se pretende determinar as exigências nutricionais, deveria ser utilizada e preconizada novamente, até que um número adequado de informações fosse gerado e a partir de então, equações mais abrangentes e representativas fossem desenvolvidas, englobando um universo mais amplo de aplicação.

Para que isso fosse possível, uma meta-análise de todos os dados individuais disponíveis tornaria-se imprescindível, no sentido de desenvolver equações mais abrangentes e confiáveis, permitindo obter a composição química do corpo vazio de forma eficaz, rápida e a baixo custo, colaborando para a diminuição do hiato hoje existente entre a condução dos experimentos e a divulgação dos resultados obtidos.

Nesse sentido, Marcondes et al. (2010a) reuniram os dados utilizados na avaliação àqueles utilizados por Valadares Filho et al. (2006) e compuseram um novo banco de dados, com 247 animais e 6 experimentos (Souza et al., 2010; Marcondes et al., 2010b; Paulino et al., 2009; Marcondes et al., 2009; Chizzotti et al., 2008; Paulino et al., 2005b) conduzidos com animais em confinamento, sendo estes animais Nelore puros ou cruzados com Angus ou Simental (Tabela 5).

Os autores estudaram a inclusão de novas variáveis no modelo, assim como efeitos de raça, sexo e estudo, sendo os modelos finais apresentados nas Tabelas 6 e 7 Tabela 7.

Tabela 5 - Descrição dos dados utilizados por Marcondes et al. (2010a) para desenvolver as equações de predição da composição corporal de bovinos a partir do corte das 9-10-11ª costelas (seção HH)

Item	Média	DP	Máximo	Mínimo
PCVZ, kg	328	78,8	506	176
Peso de carcaça, kg	206	50,3	323	99,7
Órgãos+vísceras, % PCVZ	15,3	1,6	21,8	12,2
Gordura visceral, % PCVZ	4,6	1,6	8,8	1,4
Extrato etéreo no PCVZ, %	18,15	5,60	29,95	4,15
Proteína bruta no PCVZ, %	17,60	1,62	23,38	12,92
Água no PCVZ, %	58,46	4,27	71,41	49,07
Extrato etéreo na carcaça, %	17,87	5,20	29,84	3,87
Proteína bruta na carcaça, %	17,31	1,93	28,52	12,35
Água na carcaça, %	57,98	3,91	73,54	43,91
Tecido adiposo na carcaça, %	20,7	6,3	33,6	7,3
Músculo na carcaça, %	61,8	4,2	73,1	52,8
Ossos na carcaça, %	17,5	3,0	28,1	12,6
Extrato etéreo na seção HH, %	23,18	8,91	50,85	4,85
Proteína bruta na seção HH, %	16,71	2,07	23,97	11,38
Água na seção HH, %	52,76	6,53	67,62	29,29
Tecido adiposo na seção HH, %	28,1	9,00	50,6	7,0
Músculo na seção HH, %	53,4	7,2	71,4	25,0
Ossos na seção HH, %	18,7	3,9	32,7	11,4

DP = desvio padrão.

Tabela 6 - Equações de estimação da composição química da carcaça de bovinos a partir da seção HH e outras variáveis corporais

Componente	Grupo genético	Equação <sup>1</sup>	R <sup>2</sup>	RQME <sup>3</sup>
Extrato etéreo		$EE_C (\%) = 4,31 + 0,31 \times EE_{HH} + 1,37 \times GV$	0,83	2,13
Proteína bruta		$PB_C (\%) = 17,92 + 0,60 \times PB_{HH} - 0,17 \times RC$	0,50	1,26
Água	Nelore	$A_C (\%) = 48,74 + 0,28 \times A_{HH} - 0,017 \times PCVZ$	0,67	2,27
	NA	$A_C (\%) = 46,69 + 0,32 \times A_{HH} - 0,017 \times PCVZ$		
	NS	$A_C (\%) = 38,06 + 0,48 \times A_{HH} - 0,017 \times PCVZ$		

<sup>1</sup>  $EE_C$  = extrato etéreo na carcaça,  $EE_{HH}$  = extrato etéreo na seção HH, GV = porcentagem de gordura visceral no corpo vazio,  $PB_C$  = proteína bruta na carcaça,  $PB_{HH}$  = proteína bruta na seção HH, RC = rendimento de carcaça,  $A_C$  = água na carcaça,  $A_{HH}$  = água na seção HH ;PCVZ = peso de corpo vazio; <sup>3</sup>RQME = raiz do quadrado médio do erro.

Tabela 7 - Equações de estimação da composição química do peso de corpo vazio de bovinos a partir da seção HH e outras variáveis corporais

Componente	Sexo <sup>3</sup>	Equação <sup>1</sup>	R <sup>2</sup>	RQME <sup>4</sup>
Extrato etéreo	MI	$EE_{pcvz} = 2,75 + 0,33 \times EE_{HH} + 1,80 \times GV$	0,89	1,97
	MC	$EE_{pcvz} = 1,84 + 0,33 \times EE_{HH} + 1,91 \times GV$		
	FE	$EE_{pcvz} = 4,77 + 0,33 \times EE_{HH} + 1,28 \times GV$		
Proteína bruta		$PB_{pcvz} = 10,78 + 0,47 \times PB_{HH} - 0,21 \times GV$	0,59	1,03
	MI	$A_{pcvz} = 38,31 + 0,33 \times A_{HH} - 1,09 \times GV + 0,50 \times OV$		
Água	MC	$A_{pcvz} = 45,67 + 0,25 \times A_{HH} - 1,89 \times GV + 0,50 \times OV$	0,82	1,96
	FE	$A_{pcvz} = 31,61 + 0,47 \times A_{HH} - 1,06 \times GV + 0,50 \times OV$		

<sup>1</sup>  $EE_{pcvz}$  = extrato etéreo no peso de corpo vazio,  $EE_{HH}$  = extrato etéreo na seção HH,  $GV$  = porcentagem de gordura visceral no peso de corpo vazio,  $PB_{pcvz}$  = proteína bruta no peso de corpo vazio,  $PB_{HH}$  = proteína bruta na seção HH,  $A_{pcvz}$  = água no peso de corpo vazio,  $A_{HH}$  = água na seção HH,  $OV$  = porcentagem de órgãos+ vísceras no peso de corpo vazio; <sup>3</sup>MI = machos inteiros, MC = machos castrados, FE = fêmeas; <sup>4</sup>RQME = raiz do quadrado médio do erro.

Segundo Marcondes et al. (2010a), de forma geral, as equações apresentaram boa precisão e acurácia e seu uso proporcionará importantes avanços para a predição da composição do corpo dos animais e redução de custos experimentais. De acordo com os autores, a inclusão de novas variáveis ao modelo, ou efeito de raça e sexo, proporcionaram melhores estimativas. Dentre elas, a mais importante foi a inclusão da gordura visceral nas equações de predição, pois como a gordura presente na carcaça é o componente mais variável, a gordura visceral, juntamente com outras variáveis apresentadas, poderia dar uma melhor idéia do padrão metabólico do animal. A variável gordura visceral utilizada pelos autores foi constituída da separação física da gordura de mesentério somada à gordura renal, pélvica e cardíaca. O efeito do nível alimentar sobre a composição corporal já foi extensamente discutido na literatura (Nour & Thonney, 1987; Williams et al., 1983; Nour et al., 1981; Ferrell et al., 1978; Prior et al., 1977), de forma que um indicador desse nível, que foi representado pela gordura visceral nas equações, é de extrema importância para a aplicabilidade das equações.

Marcondes et al. (2010b) estudaram ainda a relação entre a matéria seca desengordurada e a composição do PCVZ. Reid et al. (1955) sugeriram que o extrato etéreo corporal poderia ser estimado pelo conteúdo de água no corpo, e indicaram ainda que a razão proteína/cinzas no corpo seria constante na matéria seca livre de gordura, sendo afetada apenas pela idade do animal.

Utilizando um banco de dados de 272 animais (Tabela 8), Marcondes et al. (2010b) propuseram a equação apresentada abaixo para estimar o extrato etéreo corporal baseado na água, seguindo modelo sugerido por Reid et al. (1955). Não foi evidenciado efeito de raça ou sexo sobre os parâmetros da regressão, tendo o modelo um R<sup>2</sup> de 0,96 e RQME de 1,26.

$$EE_{pcvz} = 236,21 - 126,25 \times \log(A_{pcvz}) + 1,114 \times GV$$

onde  $EE_{pcvz}$  é o extrato etéreo (%) no peso de corpo vazio,  $A_{pcvz}$  é a água (%) no peso de corpo vazio e  $GV$  é a gordura visceral (%) no peso de corpo vazio.

Tabela 8 - Descrição dos dados utilizados por Marcondes et al. (2010b) para desenvolver as equações de predição da composição corporal de bovinos

Itens	Média	DP	Máximo	Mínimo
PCVZ, kg	323,82	75,72	506,08	145,86
Peso de carcaça, kg	202,77	48,92	322,45	87
Rendimento de carcaça, %	62,53	2,11	71,86	50,49
Órgãos + vísceras, %PCVZ	14,85	1,39	19,76	12,17
Gordura visceral, %PCVZ	3,95	1,53	8,75	1,4
Extrato etéreo no PCVZ, %	15,77	6,07	29,95	4,15
Proteína bruta no PCVZ, %	18,17	1,47	23,38	14,29
Extrato etéreo na seção HH, %	19,83	9,02	50,85	4,85
Proteína bruta na seção HH, %	17,18	1,77	23,38	11,38

Conhecendo a proporção de gordura no corpo seria assim possível estimar a concentração de proteína na matéria seca desengordurada do peso de corpo vazio do animal. No entanto, ao contrário de Reid et al. (1955), que correlacionaram a razão proteína/cinzas com a idade, Marcondes et al. (2010b) a correlacionaram com o PCVZ, uma vez que a idade pode ser uma medida muito relativa para fins de composição corporal, pois diferentes planos nutricionais podem proporcionar pesos extremamente diferentes numa mesma idade, com conseqüente diferença na composição corporal. Assim, a equação sugerida pelos autores é apresentada abaixo e as cinzas poderiam, então, ser estimadas como 100 – proteína bruta na matéria seca desengordurada.

$$PBMSD_{pcvz} = 74,09 + 0,0098 \times PCVZ$$

onde  $PBMSD_{pcvz}$  é a proteína bruta (%) na matéria seca desengordurada do peso de corpo vazio e PCVZ é o peso de corpo vazio (kg).

### PREDIÇÃO DA COMPOSIÇÃO MINERAL DO CORPO VAZIO

Foram encontrados na literatura consultada apenas dois trabalhos em que o objetivo foi avaliar a seção HH como um possível estimador da composição de macrominerais (cálcio, fósforo, sódio, potássio e magnésio) do PCVZ (Paulino, 2002 e Marcondes et al., 2009). Embora ainda muito inicial, o trabalho de Marcondes et al. (2009) sugeriu que existe uma boa correlação entre os componentes minerais encontrados na seção HH e no corpo vazio. Os autores agruparam os dados (N = 19) utilizados por Paulino (2002) com um experimento próprio contendo 27 animais (Tabela 9) para prever os minerais no corpo vazio (Tabela 10). Não foram avaliados efeitos de sexo ou estudo, pois seria necessária uma quantidade maior de dados.



Tabela 9 - Descrição dos dados utilizados por Marcondes et al. (2009) para desenvolver equações de predição da composição mineral no peso de corpo vazio de bovinos

Itens	Média	DP	máximo	mínimo
Cálcio no PCVZ, %	2,110	0,559	3,600	1,191
Fósforo no PCVZ, %	0,834	0,118	1,096	0,634
Magnésio no PCVZ, %	0,043	0,011	0,076	0,029
Sódio no PCVZ, %	0,147	0,012	0,176	0,114
Potássio no PCVZ, %	0,191	0,025	0,263	0,157
Cálcio na seção HH, %	2,734	0,941	5,367	1,509
Fósforo na seção HH, %	1,066	0,232	1,658	0,666
Magnésio na seção HH, %	0,054	0,014	0,091	0,035
Sódio na seção HH, %	0,124	0,024	0,174	0,085
Potássio na seção HH, %	0,229	0,026	0,318	0,167

As equações ajustadas mostraram-se promissoras, o que pode ser observado pelos valores de  $r^2$  (Tabela 10). No trabalho de Marcondes et al. (2009), percebeu-se a existência de uma tendência de constância nos teores de minerais no corpo vazio, principalmente para o sódio, o que pode ter causado diminuição dos coeficientes de determinação da equação.

Contudo, essas equações ainda necessitam de passar por um processo de validação, devendo-se testar os efeitos de sexo e/ou raça e possivelmente acrescentar outras variáveis para que os modelos sejam aperfeiçoados.

Tabela 10 - Equações de predição da composição mineral do corpo vazio de zebuínos a partir da seção HH

Itens	Equação <sup>1</sup>	$r^2$
Cálcio	$Ca_{pcvz} = 0,7334 + 0,5029 \times Ca_{HH}$	0,71
Fósforo	$P_{pcvz} = 0,3822 + 0,4241 \times P_{HH}$	0,70
Magnésio	$Mg_{pcvz} = 0,0096 + 0,6260 \times Mg_{HH}$	0,73
Sódio	$Na_{pcvz} = 0,1111 + 0,2886 \times Na_{HH}$	0,31
Potássio	$K_{pcvz} = 0,0357 + 0,6732 \times K_{HH}$	0,60

<sup>1</sup>  $Ca_{pcvz}$  = cálcio no peso de corpo vazio (%),  $Ca_{HH}$  = cálcio na seção HH (%);  $P_{pcvz}$  = fósforo no peso de corpo vazio (%),  $P_{HH}$  = fósforo na seção HH (%),  $Mg_{pcvz}$  = magnésio no peso de corpo vazio (%),  $Mg_{HH}$  = magnésio na seção HH (%),  $Na_{pcvz}$  = sódio no peso de corpo vazio (%),  $Na_{HH}$  = sódio na seção HH (%),  $K_{pcvz}$  = potássio no peso de corpo vazio (%),  $K_{HH}$  = potássio na seção HH (%).

## COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS COMPONENTES NÃO-CARÇAÇA

Comparando-se as equações propostas na primeira edição do BR-CORTE (Tabelas 3 e 4), percebe-se um melhor ajuste sempre para as equações de predição da composição química da carcaça, em comparação à do corpo vazio como um todo, quando se emprega, como estimador, a composição química da seção HH. Dessa forma, caso o pesquisador tome a decisão em utilizar as equações de predição da composição química da carcaça, ou ainda caso opte por obter a composição real da carcaça, através de sua dissecação e moagem, ainda assim seria necessário determinar a composição de outras partes do corpo (sangue, couro, pés, cabeça e órgãos mais vísceras) para se obter, ao final, a composição química do peso de corpo vazio.

A determinação da composição química desses constituintes corporais não-carcaça implica, necessariamente, em maior tempo, custo e trabalho, uma vez que pelo menos mais 7 amostras por animal seriam levadas ao laboratório. Além disso, a

dissecação dos membros e da cabeça é um procedimento extremamente trabalhoso, perigoso e de difícil execução como rotina experimental. Considerando ainda que o rendimento de carcaça, em relação ao peso de corpo vazio seria ao redor de 60 - 65 % (Missio et al., 2009; Costa et al., 2005), todos os componentes não-carcaça, em conjunto, representariam 35 - 40 % do peso de corpo vazio, de forma que todo o trabalho demandado para determinação de sua composição química teria uma relação custo-benefício desfavorável, uma vez que o impacto final sobre a composição química do corpo vazio seria menor, em comparação ao impacto da composição química da carcaça.

Em estudo realizado por Marcondes et al. (2010c, submetido à Revista Brasileira de Zootecnia), foi avaliada a possibilidade de se estimar as composições do sangue, couro, pés e cabeça, de forma a diminuir o trabalho e custo experimental.

Os autores reuniram um banco de dados de 335 animais para fazer as avaliações (Tabelas 11, 12 e 13), sendo controlado o efeito de estudo e testados os efeitos de raça ou sexo sobre as composições desses componentes não-carcaça. Para que fossem estimadas as composições de cada um dos componentes não carcaça seria necessário o ajuste de equações para cada um dos mesmos (sangue, couro, membros, cabeça e órgãos + vísceras). No entanto, esse procedimento produziria uma grande quantidade de equações, considerando que fossem propostos modelos para estimar extrato etéreo, proteína bruta, água e minerais, o que tornaria seu uso confuso e pouco prático. Dessa forma, com o intuito de simplificar o processo, os componentes não carcaça foram agrupados de forma a diminuir o número de equações e facilitar a estimação dos mesmos. Um grupo com alta concentração de minerais e proteína foi constituído pela cabeça e membros. Um segundo grupo foi formado por sangue mais couro, considerando que ambos possuem uma alta proporção de proteína em sua matéria seca, além de juntos representarem uma pequena fração do corpo vazio (em média, 14,57% do PCVZ). Finalmente, foram desenvolvidas equações para órgãos e vísceras.

Tabela 11 - Descrição dos dados utilizados para desenvolver as equações de predição da composição do sangue e couro de bovinos

Itens	Média	DP	Máximo	Mínimo
Peso de corpo vazio, kg	314,32	81,12	506,08	107,74
Órgãos + vísceras, % PCVZ	15,94	4,84	49,14	12,17
Gordura visceral, % PCVZ	3,96	1,73	8,75	0,21
Peso de carcaça, kg	193,30	51,98	322,45	63,75
Rendimento de carcaça, % PCVZ	61,46	3,47	71,86	48,95
			Sangue	
% do PCVZ	3,75	0,53	5,59	2,49
Extrato etéreo, %	0,16	0,14	0,90	0,00
Proteína bruta, %	18,87	2,36	25,20	10,14
Água, %	79,96	2,23	88,01	73,59
Cinzas, %	0,85	0,43	3,73	0,37
Cálcio, %	0,093	0,502	4,124	0,003
Fósforo, %	0,019	0,005	0,047	0,006
Magnésio, %	0,005	0,004	0,059	0,001
Sódio, %	0,281	0,121	0,702	0,122
Potássio, %	0,046	0,022	0,115	0,019
			Couro	
% do PCVZ	10,82	1,05	14,63	7,25
Extrato etéreo, %	8,14	5,73	35,56	0,30
Proteína bruta, %	26,98	5,12	46,73	8,67
Água, %	64,31	6,00	88,06	44,06
Cinzas, %	0,58	0,30	3,13	0,17
Cálcio, %	0,039	0,024	0,147	0,011
Fósforo, %	0,044	0,029	0,238	0,008
Magnésio, %	0,009	0,004	0,024	0,002
Sódio, %	0,170	0,068	0,510	0,023
Potássio, %	0,110	0,060	0,248	0,023

Tabela 12 - Descrição dos dados utilizados para desenvolver as equações de predição da composição de cabeça e membros de bovinos

Itens	Média	DP	Máximo	Mínimo
Peso de corpo vazio, kg	308,99	84,31	506,08	107,74
Órgãos + vísceras, % PCVZ	17,14	7,20	49,14	12,35
Gordura visceral, % PCVZ	4,09	1,63	8,75	1,40
Peso de carcaça, kg	192,21	54,16	322,45	63,75
Rendimento de carcaça, % PCVZ	62,03	1,82	66,42	55,65
Cabeça				
Extrato etéreo, %	9,91	2,89	16,27	4,00
Proteína bruta, %	18,62	1,30	21,88	15,79
Água, %	58,83	3,71	68,60	50,80
Cinzas, %	12,46	1,84	20,49	8,55
Cálcio, %	4,4398	1,3423	6,9351	0,0367
Fósforo, %	1,9183	0,7196	3,9878	0,0546
Magnésio, %	0,0810	0,0236	0,1252	0,0032
Sódio, %	0,2251	0,0766	0,3311	0,0594
Potássio, %	0,1151	0,0250	0,1605	0,0339
Membros				
Extrato etéreo, %	11,84	2,61	21,01	6,38
Proteína bruta, %	24,38	2,89	31,38	16,63
Água, %	44,12	3,97	55,30	33,05
Cinzas, %	19,24	2,92	26,32	12,52
Cálcio, %	7,3899	1,4545	11,1215	3,9510
Fósforo, %	3,1317	0,8993	6,7626	1,5886
Magnésio, %	0,1004	0,0386	0,1992	0,0125
Sódio, %	0,2866	0,0780	0,4555	0,1225
Potássio, %	0,0668	0,0165	0,1130	0,0380

Tabela 13 - Descrição dos dados utilizados para desenvolver as equações de predição da composição dos órgãos e vísceras

Itens	Média	DP	Máximo	Mínimo
Peso de corpo vazio, kg	316,16	81,87	506,08	107,74
Órgãos + vísceras, % PCVZ	15,19	1,58	21,76	11,75
Gordura visceral, % PCVZ	3,98	1,75	8,75	0,21
Peso de carcaça, kg	193,98	52,57	322,45	63,75
Rendimento de carcaça, % PCVZ	61,31	3,50	71,86	48,95
Extrato etéreo, %	33,24	15,16	80,71	4,30
Proteína bruta, %	10,91	2,74	27,38	5,12
Água, %	55,05	14,12	82,17	11,66
Cinzas, %	0,84	0,25	2,13	0,25
Cálcio, %	0,084	0,053	0,273	0,013
Fósforo, %	0,108	0,048	0,355	0,004
Magnésio, %	0,022	0,042	0,264	0,004
Sódio, %	0,102	0,046	0,425	0,034
Potássio, %	0,149	0,050	0,373	0,024

De forma geral, as equações ajustadas para estimar a composição de sangue e couro em conjunto apresentaram um baixo  $r^2$  (Tabela 14), no entanto, esses resultados podem ser mais relacionados aos baixos coeficientes de inclinação que à falta de precisão das equações, uma vez que a RQME indicou boa acurácia das mesmas. Portanto, sugere-se que as equações podem ser usadas para estimar a composição de couro + sangue, sem perdas significativas de acurácia, mas com considerável redução de custo e trabalho.

Tabela 14 - Equações de estimação da composição química do sangue e couro em conjunto

Componente	Sexo <sup>1</sup>	Equação <sup>2</sup>	r <sup>2</sup>	RQME <sup>3</sup>
Extrato etéreo	MI	$EE_{SC} = -14,383 + 0,019 \times P_{carc} + 1,48 \times C_{PCVZ}$	0,34	3,02
	MC	$EE_{SC} = -18,981 + 0,042 \times P_{carc} + 1,48 \times C_{PCVZ}$		
	FE	$EE_{SC} = -17,295 + 0,042 \times P_{carc} + 1,48 \times C_{PCVZ}$		
Proteína bruta		$PB_{SC} = 24,895$	-	4,13
Água		$A_{SC} = 59,243 + 2,468 \times SANGUE_{PCVZ}$	0,09	4,15
Cinzas	MI	$CZ_{SC} = 1,148 - 0,002 \times RC - 0,036 \times C_{PCVZ}$	0,13	0,14
	MC	$CZ_{SC} = 2,622 - 0,026 \times RC - 0,036 \times C_{PCVZ}$		
	FE	$CZ_{SC} = 1,759 - 0,013 \times RC - 0,036 \times C_{PCVZ}$		
Ca		$Ca_{SC} = 0,026$	-	0,01
P		$P_{SC} = 0,034$	-	0,01
Na		$Na_{SC} = 0,196$	-	0,06
K		$K_{SC} = 0,099$	-	0,04
Mg	MI	$Mg_{SC} = 0,0059 + 0,0000022 \times PCVZ$	0,10	0,003
	MC	$Mg_{SC} = 0,0088 + 0,0000022 \times PCVZ$		
	FE	$Mg_{SC} = 0,0072 + 0,0000022 \times PCVZ$		

<sup>1</sup> MI = machos inteiros, MC = machos castrados, FE = fêmeas; <sup>2</sup>EE<sub>SC</sub> = extrato etéreo no sangue + couro (%), P<sub>carc</sub> = peso da carcaça (kg), C<sub>PCVZ</sub> = proporção do peso do couro em relação ao PCVZ (%), PB<sub>SC</sub> = proteína bruta no sangue + couro (%), A<sub>SC</sub> = água no sangue + couro (%), CZ<sub>SC</sub> = cinzas no sangue + couro (%), SANGUE<sub>PCVZ</sub> = proporção do peso do sangue em relação ao PCVZ (%), Ca<sub>SC</sub> = cálcio no sangue + couro (%), P<sub>SC</sub> = fósforo no sangue + couro (%), Mg<sub>SC</sub> = magnésio no sangue + couro (%), Na<sub>SC</sub> = sódio no sangue + couro (%), K<sub>SC</sub> = potássio no sangue + couro (%) e PCVZ = peso de corpo vazio (kg); <sup>3</sup>RQME = raiz do quadrado médio do erro.

O grupo genético não exerceu efeito sobre a composição química do sangue e couro, condizendo com o fato de que, biologicamente, não existem justificativas para uma possível diferença (Tabela 14). O elevado teor de PB encontrado (24,89%) concorda com as características destes dois componentes corporais, já que o couro é composto principalmente de tecido conjuntivo e o sangue por tecido conjuntivo líquido, tendo em sua composição proteínas como albuminas, protombinas e globulinas. Estas representam boa parte da matéria seca do sangue, visto que o plasma (66% do volume do sangue), possui 93% de água (Verrastro, 2005).

O teor de EE do sangue e couro foi afetado pelo peso da carcaça (P<sub>carc</sub>), o que pode estar relacionado ao fato de carcaças mais pesadas apresentarem maior teor de gordura. Esses resultados sugerem um problema ocorrido durante o abate dos animais que compõem o banco de dados, onde quanto maior a quantidade de gordura na carcaça, maior tenha sido a quantidade de gordura residual no couro após o procedimento de esfolagem. Contudo, esse tipo de erro parece ser difícil de mensurar.

A composição de macrominerais no sangue e couro se manteve estável, com exceção do Mg. Apesar da variação observada (Tabela 11), a utilização dos valores apresentados na Tabela 14 pode ser recomendada, uma vez que os minerais presentes no couro e sangue representam somente cerca de 5,6% do total encontrado no corpo (Tabela 11), devido ao fato destes compostos estarem concentrados principalmente nos ossos. Portanto, os valores obtidos apresentam uma boa estimativa da composição de minerais no sangue e couro em conjunto.

A composição da cabeça e membros indicou que essa também é pouco variável, com exceção do extrato etéreo e água (Tabela 15). As equações apresentaram uma maior acurácia, quando comparadas à composição de sangue e couro, uma vez que os valores obtidos para RQME foram menores (Tabela 15). Dessa forma, sugere-se o uso das equações apresentadas na Tabela 15 para estimar a composição do conjunto composto pela cabeça e os membros.

Tabela 15 - Equações de estimação da composição química da cabeça e membros em conjunto

Componente	Sexo <sup>1</sup>	Grupo Genético	Equação <sup>2</sup>	r <sup>2</sup>	RQME <sup>3</sup>
Extrato Etéreo			$EE_{CM} = 6,55 + 0,993 \times GV$	0,46	1,76
Proteína bruta	MI e FE		$PB_{CM} = 9,930 + 0,0014 \times PCVZ$	0,02	2,50
	MC		$PB_{CM} = 6,072 + 0,0155 \times PCVZ$		
Água			$A_{CM} = 57,475 - 1,094 \times GV$	0,29	2,79
Cinzas			$CZ_{CM} = 15,121$	-	1,67
Ca			$Ca_{CM} = 5,68$	-	1,21
P		Nelore	$P_{CM} = 1,74 + 0,0022 \times P_{carc}$	0,13	0,40
		Cruzados	$P_{CM} = 2,63$		
Mg			$Mg_{CM} = 0,087$	-	0,02
Na			$Na_{CM} = 0,226$	-	0,07
K			$K_{CM} = 0,095$	-	0,02

<sup>1</sup> MI = machos inteiros, MC = machos castrados, FE = fêmeas; <sup>2</sup>EE<sub>CM</sub> = extrato etéreo na cabeça + membros (%), GV = gordura visceral (% do PCVZ), PB<sub>CM</sub> = proteína bruta na cabeça + membros (%), PCVZ = peso de corpo vazio (kg), A<sub>CM</sub> = água na cabeça + membros (%), CZ<sub>CM</sub> = cinzas na cabeça + membros (%), Ca<sub>CM</sub> = cálcio na cabeça + membros (%), P<sub>CM</sub> = fósforo na cabeça + membros (%), P<sub>carc</sub> = peso da carcaça (kg), Mg<sub>CM</sub> = magnésio na cabeça + membros (%), Na<sub>CM</sub> = sódio na cabeça + membros (%) e K<sub>CM</sub> = potássio na cabeça + membros (%); <sup>3</sup>RQME = raiz do quadrado médio do erro.

O teor de EE da cabeça e membros pode ser estimado a partir da quantidade de GV presente no corpo, aumentando com o aumento da proporção da gordura visceral. A GV pode indicar um possível aumento de deposição de gordura no corpo, sendo esse aumento também refletido na composição de cabeça e membros. Para a estimativa da porcentagem de PB na cabeça e membros, o PCVZ foi a variável preditora que se ajustou ao modelo, apresentando um efeito mais pronunciado para machos castrados do que para machos inteiros e fêmeas (Tabela 15).

O aumento do teor de PB na cabeça e membros em função do aumento do PCVZ se deve, provavelmente, à redução do teor de água na cabeça, que foi negativamente correlacionada à proporção de GV presente no animal. Essa relação negativa entre a deposição de gordura e água já foi extensamente discutida na literatura (Brodie et al., 1949; Soberman et al., 1949; Kraybill et al., 1951; Wellington et al., 1954; Berg & Butterfield, 1976), sendo que a mesma corrobora com os resultados aqui apresentados.

Não foi possível o desenvolvimento de equações para estimar o conteúdo de macrominerais da cabeça e membros, exceto para o P. Assim, os teores de cálcio, magnésio, sódio e potássio podem ser representados por suas médias, que foram de 5,68; 0,087; 0,226 e 0,095%, respectivamente.

As diferenças encontradas no conteúdo de P da cabeça e membros de animais Nelore e cruzados deveu-se ao banco de dados utilizado. Para animais cruzados, o valor médio de P observado pode ter sido em função do fato de que os animais cruzados disponíveis no banco de dados utilizado foram, em sua maioria, animais em terminação, estando portanto, num estágio onde pareciam já ter cessado a deposição de minerais. Já para animais Nelore, houve um aumento da porcentagem de P na cabeça e membros em função de um aumento no P<sub>carc</sub>, provavelmente em função de haver no banco de dados desde animais jovens até animais pesados, de forma que os animais jovens ainda não haviam cessado a deposição de P. Em função disso, a porcentagem desse macromineral aumentou em função do aumento do P<sub>carc</sub>, que aumenta com o crescimento do animal, para animais Nelore.

As equações para estimação da composição química dos órgãos e vísceras são apresentadas na Tabela 16. O teor de EE pode ser estimado pela GV, condizendo com o fato de que a maioria do EE depositado nos órgãos e vísceras está

presente na GV. O maior valor para o coeficiente de inclinação observado para a equação de predição do EE nos órgãos e vísceras de machos castrados e fêmeas em relação ao da equação para machos inteiros parece ser resultado da maior deposição de EE junto aos órgãos e vísceras, em machos castrados e fêmeas em relação aos inteiros, o que é biologicamente lógico. Este fato ocorre porque fêmeas e machos castrados depositam mais gordura do que machos inteiros (NRC, 2000), o que pode refletir em aumento dos depósitos de gordura nos órgãos e vísceras, como também em locais que não estão incluídos na GV.

Tabela 16 - Equações de estimação da composição química dos órgãos e vísceras em conjunto

Componente	Sexo <sup>1</sup>	Equação <sup>2</sup>	r <sup>2</sup>	RQME <sup>3</sup>
EE	MI	$EE_{OV} = 9,37 + 5,00 \times GV$	0,58	10,06
	MC e FE	$EE_{OV} = 9,37 + 6,50 \times GV$		
PB	MI	$PB_{OV} = 12,015$	-	2,26
	MC	$PB_{OV} = 10,656$		
	FE	$PB_{OV} = 9,858$		
Água		$A_{OV} = 77,217 - 5,212 \times GV$	0,62	7,48
Cinzas		$CZ_{OV} = 2,693 - 0,039 \times OV_{PCVZ} - 0,022 \times RC$	0,13	0,25
Ca		$Ca_{OV} = 0,079$	-	0,05
P		$P_{OV} = 0,108$	-	0,05
Mg		$Mg_{OV} = 0,017$	-	0,03
Na	Nelore	$Na_{OV} = 0,134 - 0,0020 \times OV_{PCVZ}$	0,03	0,04
	Cruzado	$Na_{OV} = 0,134 - 0,0026 \times OV_{PCVZ}$		
K		$K_{OV} = 0,148$	-	0,05

<sup>1</sup> MI = machos inteiros, MC = machos castrados, FE = fêmeas; <sup>2</sup>  $EE_{OV}$  = extrato etéreo nos órgãos e vísceras (%), GV = gordura visceral (% do PCVZ),  $PB_{OV}$  = proteína bruta nos órgãos e vísceras (%),  $A_{OV}$  = água nos órgãos e vísceras (%),  $CZ_{OV}$  = cinzas nos órgãos e vísceras (%),  $OV_{PCVZ}$  = proporção dos órgãos e vísceras em relação ao PCVZ (%), RC = rendimento de carcaça (%),  $Ca_{OV}$  = cálcio nos órgãos e vísceras (%),  $P_{OV}$  = fósforo nos órgãos e vísceras (%),  $P_{carc}$  = peso da carcaça (kg),  $Mg_{OV}$  = magnésio nos órgãos e vísceras (%),  $Na_{OV}$  = sódio nos órgãos e vísceras (%) e  $K_{OV}$  = potássio nos órgãos e vísceras (%); <sup>3</sup>RQME = raiz do quadrado médio do erro.

Não foram observados efeitos de nenhuma das variáveis testadas para o teor de PB dos órgãos e vísceras, levando à utilização de valores médios. Observou-se efeito de sexo para o valor médio de PB nos órgãos e vísceras, com maior valor para machos inteiros, seguido por machos castrados e fêmeas. Estes valores são reflexo da observação de maior deposição de gordura em fêmeas e machos castrados, quando comparados a machos inteiros (NRC, 2000). Este aumento da deposição de gordura leva a uma diminuição da proporção de proteína nos órgãos e vísceras. Cabe ressaltar, porém, que a utilização de valores médios para PB nos órgãos e vísceras deve ser feita com cautela, uma vez que os órgãos e vísceras representam cerca de 15% do PCVZ, e há grande variabilidade nos teores de PB neste componente corporal (Tabela 13). Portanto, sempre que possível, o mais indicado seria moer de forma conjunta os órgãos e vísceras, para determinação direta de sua composição química.

A equação para estimativa da água presente nos órgãos e vísceras seguiu a tendência inversa da equação do EE, com diminuição da proporção de água, quando aumenta a GV.

Exceto para o sódio, não foi observado efeito de nenhuma variável sobre a composição mineral dos órgãos e vísceras, mostrando que sua proporção normalmente se mantém constante, apesar da variabilidade observada no banco de dados utilizado (Tabela 13). O efeito observado para o sódio apresentou um baixo valor de r<sup>2</sup>, e um baixo coeficiente de regressão (0,0020 e 0,0026) para animais Nelore e cruzados, respectivamente.

## ULTRASONOGRAFIA PARA PREDIÇÃO DA COMPOSIÇÃO CORPORAL

Outra ferramenta que tem grande potencial de ser utilizada num futuro próximo para a estimação da composição da carcaça e do corpo vazio dos animais é a ultrasonografia. O ultrassom já tem sido utilizado no Brasil para determinação da área de olho de lombo e da espessura de gordura, na altura da 12<sup>a</sup> costela e na garupa, dos animais, que, combinadas com o peso do animal podem permitir a obtenção de estimativas da composição química da carcaça e do corpo vazio como um todo.

O uso de medidas de ultrassom para estimar a composição corporal em animais vivos tem sido sugerida e utilizada pela pesquisa, já que trata-se de um método não invasivo (Williams, 2002). Entretanto, ainda há carências de informações no Brasil, envolvendo medidas de ultrassom que poderiam ser utilizadas para prever a composição corporal. Mesmo em confinamentos, a técnica começa ser utilizada no Brasil no sentido de permitir a formação de lotes mais homogêneos, permitindo inferir o melhor momento em que os animais estariam prontos para abate, de acordo com uma composição corporal pré-determinada (Luz & Silva et al., 2004).

Sainz (2004) apresentou equações de predição da energia corporal a partir do peso vivo (Energia corporal =  $820,378 + 4,56002 \times \text{Peso Vivo em Jejum}$ ,  $r^2 = 51,6\%$ , erro padrão da estimativa = 119,858) dos animais e da espessura de gordura subcutânea, medida por ultrassom (Energia corporal =  $250,020 + 92,4978 \times \text{Espessura de Gordura Subcutânea}$ ,  $r^2 = 65,2\%$ , erro padrão da estimativa = 101,697). Ao agrupar essas duas variáveis em uma única equação, houve uma melhora tanto na precisão quanto na acurácia das estimativas (reflexo do aumento do coeficiente de determinação e diminuição do erro padrão da estimativa): Energia corporal =  $-523 + 2,70 \times \text{Peso Vivo em Jejum} + 68,6 \times \text{Espessura de Gordura Subcutânea}$ ,  $r^2 = 78,9\%$ , erro padrão da estimativa = 80,12.

Chizzotti et al. (2008) reuniram dados de animais criados no Brasil para determinar a composição corporal dos mesmos a partir de medidas obtidas por ultrassom. O banco de dados continha 123 animais, sendo 58 machos inteiros, 26 machos castrados e 39 fêmeas, dos quais 88 eram Nelore e 38 cruzados Nelore x Angus, selecionados de 11 estudos.

As equações apresentadas pelos autores explicaram grande parte da variação dos dados (Tabela 17). O grupo genético afetou os modelos propostos, com exceção do extrato etéreo na carcaça, em que foi sugerida uma equação conjunta.

Apesar de ainda não ter passado por um processo de avaliação, a utilização dessas equações parece ser promissora, uma vez que o uso do ultrassom é relativamente barato e pouco invasivo. Nesse sentido, mais estudos devem ser realizados para que ajustes nos modelos existentes proporcionem uma utilização mais abrangente da técnica.

Tabela 17 - Equações preditivas da composição da carcaça e do corpo vazio a partir da espessura de gordura subcutânea (EGS, mm) e do peso de corpo vazio (PCVZ, kg)

Itens	Grupo Genético	Equação <sup>1</sup>	R <sup>2</sup>
Gordura na carcaça (kg)	Nelore	$Gc = - 32,09 + 2,09 \times EGS + 0,2249 \times PCVZ$	0,77
	Cruzados	$Gc = - 8,53 + 3,81 \times EGS + 0,0919 \times PCVZ$	
Extrato etéreo na carcaça (kg)		$EEc = - 21,85 + 1,77 \times EGS + 0,1551 \times PCVZ$	0,84
Extrato etéreo no corpo vazio (kg)	Nelore	$EEpcvz = - 47,26 + 2,82 \times EGS + 0,2993 \times PCVZ$	0,87
	Cruzados	$EEpcvz = - 23,65 + 4,27 \times EGS + 0,1822 \times PCVZ$	
Energia no corpo vazio (Mcal)	Nelore	$Epcvz = - 353,59 + 16,06 \times EGS + 3,6856 \times PCVZ$	0,93
	Cruzados	$Epcvz = - 171,79 + 38,29 \times EGS + 2,6163 \times PCVZ$	

<sup>1</sup>Gc = gordura na carcaça (kg), EEc = extrato etéreo na carcaça (kg), EEpcvz = extrato etéreo no peso de corpo vazio (kg), Epcvz = energia no peso de corpo vazio (Mcal). Adaptada de Chizzotti et al.(2008).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de equações de predição da composição da carcaça e do peso de corpo vazio pode trazer benefícios importantes para pesquisas que necessitam desse conhecimento. As diversas alternativas apresentadas proporcionam ao pesquisador opção de escolha da melhor forma de conduzir seus experimentos. Contudo, mais pesquisas são necessárias para validar ou aperfeiçoar essas equações.

Os modelos que estimam a composição dos componentes não carcaça também reduzem o trabalho e promovem economia de recursos para pesquisas que necessitam do conhecimento da composição corporal dos animais. No entanto, vale ressaltar que mais pesquisas são necessárias para validar ou aperfeiçoar essas equações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEONI, G.F.; BOIN, C.; LEME, P. R., et al. Avaliação da gravidade específica e de outras medidas corporais e da carcaça para estimar a composição corporal de novilhos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.2, p.375-381, 1997.
- ALLEONI, G.F.; LEME, P.R.; BOIN, C. et al. Determinação da composição do corpo vazio, do ganho de peso, e das exigências de energia e proteína para manutenção e ganho de peso em bovinos da raça Nelore, Canchim e Brangus. **Relatório Científico: Processo Fapesp 97/02590-5**, abril – 2001.
- BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New Concepts of Cattle Growth**. Sidney:Macarthur Press, 1976. 255p.
- BRODIE, B. B.; AXELROD, J.; SOBERMAN, R., et al. The estimation of antipyrine in biological materials. **Journal of Biological Chemistry**, v.179, n.1, p.25-29, 1949.
- CHIZZOTTI, M. L.; PAULINO, P. V. R.; VALADARES FILHO, S. C. Possibilidade do uso da ultrasonografia para estimação da composição corporal de bovinos. In: Reunião Anual do Sociedade Brasileira de Zootecnia, 45.2008, Lavras-MG. **Anais**. Lavras-MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008. CD-ROM
- CHIZZOTTI, M. L.; TEDESCHI, L. O.; VALADARES FILHO, S. C. A meta-analysis of energy and protein requirements for maintenance and growth of Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, v.86, p.1588-1597, 2008.
- CLARK, J. L.; HEDRICK, H. B.; THOMPSON, G. B. Determination of body composition of steers by <sup>40</sup>K. **Journal of Animal Science**, v.42, n.2, p.352-356, 1976.



- COLE, J. W.; RAMSEY, C. B.; EPLEY, R. H. Simplified method for predicting pounds of lean in beef carcasses. **Journal of Animal Science**, v.21, n.2, p.355-361, 1962.
- COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. et al. Desempenho, digestibilidade e características de carcaça de novilhos Zebuínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.268-279, 2005.
- CROUSE, J. D.; DIKEMAN, M. E. Methods of estimating beef carcass chemical composition **Journal of Animal Science**, v.38, n.6, p.1190-1196, 1974.
- FERREIRA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; VERAS, A. S. C., et al. Predição da composição corporal por intermédio de método indireto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.242-246, 2001.
- FERRELL, C. L.; KOHLMEIER, R. H.; CROUSE, J. D., et al. Influence of dietary energy and protein biological type of steer upon rate of gain and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, v.46, n.1, p.255-270, 1978.
- GONÇALVES, L. C.; SILVA, J. F. C.; GOMES, A. I., et al. Métodos para determinação da composição corporal e estudo da área corporal de novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.4, p.405-412, 1991.
- HANKINS, O. G.; HOWE, P. E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts.** USDA, 1946. p.1-20 (Technical Bulletin).
- HENRIQUE, W.; SAMPAIO, A. A. M.; LEME, P. R., et al. Estimativa da composição química corporal de tourinhos Santa Gertrudis a partir da composição química e física das 9-10-11<sup>a</sup> 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. Utilização de método indireto para predição da composição química corporal de zebuínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1862-1867, 2000.
- 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.
- KRAYBILL, H. F.; HANKINS, O. G.; BITTER, H. L. Body composition of cattle. I. Estimation of body fat from measurement *in vivo* of body water by use of antipyrine. **Journal of Applied Physiology**, v.3, n.11, p.681-689, 1951.
- 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.** 1988. 131p.Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.
- LANNA, D. P. D.; BOIN, C.; ALLEONI, G. F., et al. Estimativa da composição química corporal de tourinhos Nelore através da gravidade específica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.3, p.351-362, 1995.
- LIN, L.I.K. A concordance correlation coefficient to evaluate reproducibility. **Biometrics**, v.45, p.255-268, 1989.
- 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.
- LUZ E SILVA, S.; LEME, P.R.; PUTRINO, S.M. et al. Estimativa da gordura de cobertura ao abate, por ultra-som, em tourinhos Brangus e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.511-517, 2004.
- MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. L.; VALADARES FILHO, S. C., et al. Prediction of Nelore empty body composition using indirect measurements. In: SAUVANT, D.(Ed). **Proceedings of Modeling nutrient digestion and utilization in farm animals.**1.ed. Paris, FR: EAAP Publisher, 2010b (no prelo).

- MARCONDES, M. I.; TEDESCHI, L. O.; VALADARES FILHO, S. C., et al. Prediction of physical and chemical body composition of purebred and crossbred Nelore cattle using the composition of a rib section. **Journal of Animal Science**, 2010a (submetido).
- MARCONDES, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, M. F., et al. Requerimentos de energia de animais Nelore puros e cruzados com as raças Angus e Simental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2010b (aprovado).
- MARCONDES, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R., et al. Predição da composição corporal e da carcaça a partir da seção entre a 9<sup>a</sup> e 11<sup>a</sup> costelas em bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1597-1604, 2009.
- MISSIO, R.L.; BRONDANI, I.L.; RESTLE, J. et al. Partes não-integrantes da carcaça de tourinhos alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.906-915, 2009.
- MOULTON, C. R. Age and chemical development in mammals. **Journal of Biological Chemistry**, v.57, n.1, p.79-97, 1923.
- NOUR, A. Y. M.; THONNEY, M. L. Carcass soft tissue and bone composition of early and late maturing steers fed two diets in two housing types and serially slaughtered over a wide weight range. **Journal of Agricultural Science**, v.109, n.2, p.345-356, 1987.
- NOUR, A. Y. M.; THONNEY, M. L. Technical Note: Chemical composition of Angus and Holstein carcasses predicted from rib section composition. **Journal of Animal Science**, v.72, p.1239-1241, 1994.
- NOUR, A. Y. M.; THONNEY, M. L.; STOUFFER, J. R., et al. 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.
- PANARETTO, B.A., TILL, A.R. Body composition *in vivo*. II. The composition of mature goats and its relationship to the antipyrine, tritiated water, and N-acetyl-4-aminoantipyrine spaces. **Australian Journal of Agricultural Research**. v.14. p.926-943, 1963.
- PAULINO, P. V. R., **Exigências nutricionais e validação da seção HH para predição da composição corporal de zebuínos**. 2002. 150p.Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2002.
- PAULINO, P. V. R.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E., et al. 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.; PAULINO, M. F. Predição da composição química do corpo vazio de zebuínos a partir da seção HH.In:Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 40.2003, Santa Maria. **Anais**. Santa Maria:Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. CD-ROM
- PAULINO, P.V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; COSTA, M.A.L. et al. Validation of the 9-11<sup>th</sup> 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.
- PAULINO, P.V.R. **Desempenho, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais**. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa, 2006. 159p. Tese (Doutorado em zootecnia).
- 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, 2005a.
- PERON, A. J.; FONTES, C. A. A.; LANA, R. P., et al. Predição da composição corporal e da carcaça de bovinos através de métodos indiretos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.2, p.227-237, 1993.

- POWELL, W. E.; HUFFMAN, D. L. Predicting chemical composition of beef carcasses from easily obtainable carcass variables. **Journal of Animal Science**, v.36, n.6, p.1069-1076, 1973.
- PRESTON, R. L.; KOCK, S. W. In vivo prediction of body composition in cattle from urea space measurements. In: Proceedings of the society for experimental biology and medicine, 143.1973, **Anais**. 1973. p.1057-1061.
- PRIOR, R. L.; KOHLMEIER, R. H.; CUNDIFF, L. V., et al. Influence of dietary energy and protein on growth and carcass composition in different biological types of cattle. **Journal of Animal Science**, v.45, n.1, p.132-146, 1977.
- 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.
- SAINZ, R.D.; BARIONI, L.G.; PAULINO, P.V.R. et. al. Growth patterns of Nelore vs. British beef cattle breeds assessed using a dynamic, mechanistic model of cattle growth and composition. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON MODELING NUTRIENT UTILIZATION IN FARM ANIMALS, t. 2004, Wageningen. Proceedings. Wageningen University. 21p. 2004.
- 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**. 2001. (Dissertação) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2001.
- SOBERMAN, R.; BRODIE, B. B.; LEVY, B. B., et al. The use of antipyrine in the measurement of total body water in man. **Journal of Biological Chemistry**, v.179, n.1, p.31-42, 1949.
- SOUZA, E. J. O.; VALADARES FILHO, S. C.; MARCONDES, M. I. Desempenho, características de carcaça, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos de corte a pasto, alimentados com diferentes quantidades de suplemento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2010 (aprovado).
- 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, 1921. 111p. (Research Bulletin, 54).
- 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, 1922. 111p. (Research Bulletin, 43).
- VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; MAGALHÃES, K. A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos - BR CORTE**. 1.ed. Viçosa, MG:Suprema Grafica Ltda, 2006. 142p.
- VÉRAS, A. S. C.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C., et al. Predição da composição química 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 (Suplemento 1).
- VERRASTRO, T. **Hematologia e hemoterapia**. São Paulo: Atheneu, 2005, 1032p.
- WELLINGTON, G. H.; REID, J. T.; BRATZLER, L. J., et al. Body composition and carcass changes of young cattle. **Journal of Animal Science**, v.13, n.4, p.973, 1954.
- WILLIAMS, A. R. Ultrasound applications in beef cattle carcass research and management. **Journal of Animal Science**, v.80, n.2, p.E183-E185, 2002.
- WILLIAMS, J. E.; WAGNER, D. G.; WALTERS, L. E., et al. Effect of production systems on performance, body composition and lipid and mineral profiles of soft tissue in cattle. **Journal of Animal Science**, v.57, n.4, p.1020-1028, 1983.

