

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA E ENERGIA DE BOVINOS NELORE  
CONFINADOS**

**JUCELANE SALVINO DE LIMA**

**RECIFE – PE**

**MAIO – 2017**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA E ENERGIA DE BOVINOS NELORE  
CONFINADOS**

**JUCELANE SALVINO DE LIMA**

**Zootecnista**

**RECIFE - PE**

**MAIO – 2017**

**JUCELANE SALVINO DE LIMA**

**EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA E ENERGIA DE BOVINOS NELORE  
CONFINADOS**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal da Paraíba e a Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Zootecnia.

Comitê de Orientação:

Prof<sup>ª</sup> Dra. Antonia Sherlânea Chaves Vêras - Orientadora

Prof<sup>ª</sup> Dr. Evaristo Jorge Oliveira de Souza – Coorientador

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira – Coorientador

Dra. Maria Luciana Menezes Wanderley Neves - Coorientadora

**RECIFE - PE**

**MAIO – 2017**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

L732e      Lima, Jucelane Salvino de  
              Exigências de proteína e energia de bovinos Nelore confinados  
              / Jucelane Salvino de Lima. – 2017.  
              97 f. : il.

              Orientadora: Antonia Sherlânea Chaves Vêras.  
              Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de  
              Pernambuco, Universidade Federal do Ceará, Universidade  
              Federal da Paraíba, Programa de Doutorado Integrado em  
              Zootecnia, Recife, BR-PE, 2017.  
              Inclui referências e apêndice.

              1. Bovinos de corte 2. Exigências nutricionais 3. Eficiência  
              de utilização 4. Energia 5. Proteína 6. Composição corporal  
              7. Equações de predição I. Vêras, Antonia Sherlânea Chaves,  
              orient. II. Título

CDD 636

**JUCELANE SALVINO DE LIMA**

**EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA E ENERGIA DE BOVINOS NELORE  
CONFINADOS**

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 31 de maio de 2017.

Comissão Examinadora:

---

Profa. Dra. Antonia Sherlânea Chaves Vêras  
Universidade Federal Rural de Pernambuco - DZ

---

Profa. Dra. Adriana Guim  
Universidade Federal Rural de Pernambuco - DZ

---

Dra. Dulciene Karla de Andrade Silva  
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UAG

---

Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho  
Universidade Federal de Pernambuco - DZ

---

Prof. Dr. Severino Gonzaga Neto  
Universidade Federal da Paraíba – CCA

## **DADOS CURRICULARES DA AUTORA**

JUCELANE SALVINO DE LIMA – filha de Antônio Vieira de Lima e Maria Clara Salvino de Lima, nascida em 30 de abril de 1986, em Correntes-PE. Em 2006 ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns, em Garanhuns - PE, graduando-se em 2011. Em 2011 ingressou no Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens, na UFRPE/UAG, tendo concluído em 2013. Em 2013 ingressou no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia – UFRPE/UFPB/UFC, na Universidade Federal Rural de Pernambuco, em Recife-PE, desenvolvendo sua pesquisa na área de Nutrição de Ruminantes, sob a orientação da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Antonia Sherlânea Chaves Véras. Em 31 de maio de 2017, submeteu-se á defesa de Tese para obtenção do título de Doutorado em Zootecnia.

## VIDA

“Já perdoei erros quase imperdoáveis,  
Tentei substituir pessoas insubstituíveis e  
Esquecer pessoas inesquecíveis.

Já abracei pra proteger, Já dei risada quando não podia,  
Já fiz amigos eternos, já amei e fui amado,

Mas também  
Já fui rejeitado, Já fui amado e não soube amar.

Já gritei e pulei  
de tanta felicidade,  
Já vivi de amor e fiz juras eternas , mas "quebrei a cara"  
Muitas vezes!

Já chorei ouvindo música e vendo fotos,  
Já liguei só pra escutar uma voz,  
Já me apaixonei por um sorriso,  
Já pensei que fosse morrer de tanta saudade e...

...tive medo de perder alguém especial (e acabei perdendo)!  
Mas sobrevivi! E ainda vivo!  
Não passo pela vida...

E você também não deveria passar. Viva!

Bom mesmo é ir à luta com determinação,  
Abraçar a vida e viver com paixão,  
Perder com classe e vencer com ousadia,  
Porque o mundo pertence a quem se atreve e  
A VIDA é MUITO  
para ser insignificante".

Charles Chaplin

Ao

Meu grande DEUS,  
Pela fé e dom da vida

À

A meu esposo KEDES e minha filha SELENA,  
Por ser minha paz e amor infinito dos meus finitos dias de vida

Aos

Meus pais ANTÔNIO VIEIRA e MARIA CLARA,  
Pelo incondicional amor e compreensão

Aos

Meus irmãos KELE, JUCILENE, LAUDICÉIA, CRÉCIA, EMANUEL e  
JOSÉ MARIANO,  
Pelo amor, conselhos e ajuda a mim dedicado

Aos

Meus sobrinhos, LARISSA VITÓRIA, JÚLIA GRAZIELLY  
ANTÔNIO MÁRIO, MARCELY, MARIA SOPHIA, LUIZ DAVI e MARIA LUIZA,  
Por sua inocência, carinho e alegria

**DEDICO**



## AGRADECIMENTOS

À Deus, primeiramente, por ser minha fortaleza, guiando-me em todos os caminhos da minha vida.

A Kedes (Fii), por todo amor, companheirismo e por me fazer esposa e mãe, jamais terei sensação de ter vivido tamanha felicidade na vida. À minha filha Selena (Minha Sel); seu sorriso me faz melhorar a cada dia.

Aos meus pais, Maria Clara “Lala verdureira” e Antônio Vieira (meu véi), pelo incentivo, ajuda financeira, amor, por nunca me deixarem desanimar e por sempre estarem ao meu lado em todos os momentos da minha vida.

Aos meus irmãos, Maria Kele, Jucilene, Laudicéia, Emanuel, Crécia e José Mariano, pelo amor, pelo incentivo, conselhos e compreensão, que me fizeram superar todas as dificuldades.

À minhas tias, Filomena de melo (Filó), por toda ajuda e momentos de alegrias e Elza Tenório Albuquerque, por chorar de alegria quando passei no vestibular e pelo incentivo para continuar os estudos.

Ao tio avó, Moisés e sua esposa Rute, pessoas especiais, e seus familiares pelo apoio e cuidado em Recife.

Á minha orientadora, Profa. Sherlânea (Sher), quem nunca esquecerei, pessoa de presença serena, marcante e influente; de sabedoria inquestionável que levarei como exemplo de pessoa, professora e pesquisadora.

Obrigada pelo apoio, pela paciência, ensinamentos e orientação durante todo curso, pelas hospedagens; se não fosse pela senhora, eu não conseguiria chegar até aqui.

Ao senhor Véras (Verinha), pelos momentos de alegria, descontração, pela receptividade me sua casa com minha família e sabedoria transmitida ao longo do curso, tudo passa, mas sua amizade e carinho ficará.

A meus Co-orientadores, Dra. Maria L. Neves, que se tornou amiga, Dr. Evaristo C. O. Jorge; Dr. Marcelo A. Ferreira, pelo apoio, paciência, conhecimento transmitido, confiança a mim depositada, amizade e pela oportunidade a mim oferecida.

Em especial, aos meus amigos eternos Kelly Cristina, Talita, Rayane e Carolina Monteiro (Caroline), por serem minha família e meus amigos durante esta jornada e ajuda nas análises e experimento, o tempo separa, mas estarão em meu coração.

Aos professores Dr. Francisco Fernando, Dra. Dulciene Karla de Andrade, Dra. Adriana Guim, Dr. Marcílio, Dr. Fábio Fregadolli, Dr. Gonzaga Neto, pelas contribuições neste trabalho, pela oportunidade, disposição, por acreditar e fazer a diferença em minha vida.

À Andréa, esposa de Fabio Fregadolli, e sua família Alice e Augusto, por todo incentivo, pela ajuda e ensinamentos nos primeiros meses de Selenia e durante toda qualificação; pelos momentos de descontração e boas risadas em Maceió e pela amizade.

À PNPd, Dra. Lígia Maria e seu esposo Jone, casal abençoado, pelo auxílio sempre que precisei antes, durante e após o experimento, pela amizade conquistada e principalmente nas semanas de abate, “nós guentamos até acabar”.

As amigas de concurso, Dr<sup>a</sup> Ana Lucia Teodoro, de Garanhuns, Dr<sup>a</sup> Juliana de Paula, Dr<sup>a</sup> Carolina Lira, por toda ajuda e amizade. Á Laene Vaz, pela contribuição nas correções.

Á profa Thaysa de Serra Talhada e sua família, (Eva Valentina e Evaristo) por todo incentivo, ajuda nessa jornada tão pesada e pela amizade.

Aos amigos Wandemberg Rocha (Thuca), Jarbas Miguel, Tamires e Daniel, Gercino, Marlinda Jolomba, Junior Capelli, pela amizade e pelo apoio em Viçosa – MG.

À turma de doutorado 2013.1, por compartilharem comigo sonhos, medos, tristezas e momentos felizes durante todo curso. Aos mestrandos Luiz Wilker, Davison e sua esposa Renata, pela ajuda no abate. Aos Doutorandos, Daurivane, Sandra, Dr. Marcelo Batista, Juliana do Sul, Arturene, pela amizade e pelos momentos vividos em Recife.

Aos amigos de experimento, Sr. Gomes e Tibério, pelos momentos de descontração e pela ajuda durante e após o experimento.

Aos que estavam na graduação, pela ajuda nas análises, abate e durante todo experimento Tobias, Leonardo, Hugo Nascimento, Eduardo, Thamires, Rafaela Coutinho, Djaína, Vicente, Juliana, Gustavo Paranhos, Gustavo 2 e Alicia.

Ao senhor Beto Coutinho, para realização do experimento, pela ajuda e disposição durante execução do experimento.

A todos os funcionários do Engenho Gambá, em especial ao senhor Romero e sua esposa Tassia, sempre prestativa e amiga; a Gilvan, Josivaldo, “Gordinho”, Valmir, Santos e Du. A Meu “secretário mirim” João e Henrique que tornava meus dias mais alegres durante o experimento.

Aos professores da UFAL, prof. Dr. Laurício e prof. Dr. Eusébio, pela ajuda e disponibilidade para análises de liofilização; a funcionária Isabela, as graduandas da UFAL, Iasmin Calaça, Izabelle Almeida e Fabiana pela ajuda e contribuição para análises químicas.

A todos da Mafrial, em especial ao dono senhor Alzir e aos funcionários Preto, Edson, veterinário Igor e senhor Zé Maria, pela ajuda e disposição durante o abate.

A todos os funcionários do DZ, em especial à Cristina e Cynthia, sempre prestativas e dispostas a ajudar.

Às minhas amigas de infância, Willie Pinheiro, Fátima Domingos e prima irmã Edna Melo. Ao meu amigo André Neres e Tiago Correia, pelas confidências, incentivo e momentos compartilhados em Garanhuns.

A FACEPE e a todos os brasileiros que têm contribuído para concessão da bolsa de estudos. A todos aqueles que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	xiv
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	xvi
<b>RESUMO GERAL</b> .....	xviii
<b>ABSTRACT</b> .....	xx
<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b> .....	22
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>Avaliação de equações de predição da composição corporal e da carcaça de bovinos Nelore</b> .....	23
Resumo.....	24
Abstract.....	25
Introdução.....	26
Material e Métodos.....	27
Resultados e Discussão.....	32
Conclusões.....	45
Referências .....	46
<b>CAPÍTULO 2</b>	
<b>Exigências energéticas e proteicas de bovinos Nelore</b> .....	48
Resumo.....	49
Abstract.....	50
Introdução.....	51
Material e Métodos.....	53
Resultados e Discussão.....	60

Conclusões.....	77
Referências .....	78
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES.....</b>	<b>82</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>83</b>

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

	<b>Página</b>
<b>TABELA 1.</b> Proporções dos ingredientes do volumoso e concentrado utilizados nas dietas experimentais.....	28
<b>TABELA 2.</b> Composição química-bromatológica (g/kg Matéria Seca) das rações experimentais.....	29
<b>TABELA 3.</b> Equações utilizadas para estimar a composição física e química da carcaça e química do corpo vazio de bovinos Nelore.....	31
<b>TABELA 4.</b> Descrição das variáveis utilizadas para estimar e gerar as composições físicas e químicas da carcaça, e química do corpo vazio de bovinos Nelore.....	33
<b>TABELA 5.</b> Médias (kg), desvios-padrão, máximo, mínimo, coeficiente de correlação (r), coeficiente de correlação e concordância (CCC), erro médio de predição (EMP), quadrado médio do erro de predição (QMEP), quadrado do vício (QV), componente de magnitude de flutuação aleatória (MaF), componente de modelo de flutuação aleatória (MoF) para relação entre as quantidades de músculo+ gordura e osso obtida e estimada na carcaça de bovinos Nelore.....	34
<b>TABELA 6.</b> Médias (kg), desvios-padrão, máximo, mínimo, coeficiente de correlação, coeficiente de correlação e concordância (CCC), erro médio de predição (EMP), quadrado médio do erro de predição (QMEP), quadrado do vício (QV), componente de magnitude de flutuação aleatória (MaF), componente de modelo de flutuação aleatória (MoF) para relação entre as quantidades de proteína, extrato etéreo e água obtida e estimada na carcaça de bovinos Nelore.....	37
<b>TABELA 7.</b> Médias (kg), desvios-padrão, máximo, mínimo, coeficiente de correlação (r), coeficiente de correlação e concordância (CCC), erro médio de predição (EMP), quadrado médio do erro de predição (QMEP), quadrado do vício (QV), componente de magnitude de flutuação aleatória (MaF), componente de modelo de flutuação aleatória (MoF) para relação entre as quantidades de proteína, extrato etéreo e água obtida e estimada do corpo vazio de bovinos Nelore.....	41

## CAPÍTULO 2

<b>TABELA 1.</b> Proporções dos alimentos volumoso e concentrado utilizados nas dietas experimentais.....	55
<b>TABELA 2.</b> Composição química bromatológica (g/kg MS) das rações experimentais.....	55
<b>TABELA 3.</b> Conteúdos de energia corporal (CE <sub>c</sub> ) em diferentes pesos e nível de concentrado e em conjunto (CONJ) .....	62
<b>TABELA 4</b> Exigência líquida de energia para ganho em diferentes pesos e nível de concentrado e em conjunto (CONJ) .....	63
<b>TABELA 5.</b> Exigências totais (manutenção e ganho) de energia líquida, energia metabolizável e nutrientes digestíveis totais de bovinos Nelore com diferentes pesos corporais (PC) e ganhos médios diários (GMD) de 0,5; 1,0 e 1,5 kg/dia....	68
<b>TABELA 6</b> Conteúdo de proteína retida em diferentes pesos e níveis de concentrado e em conjunto (CONJ) .....	70
<b>TABELA 7.</b> Exigência líquida de proteína para ganho de animais de diferentes pesos corporais e em conjunto (CONJ) .....	70
<b>TABELA 8.</b> Exigências de proteína líquida e proteína metabolizável para ganho, manutenção e total de bovinos Nelore, machos não castrados, em diferentes pesos corporais e ganhos diários.....	74
<b>TABELA 9.</b> Exigências totais (manutenção + ganho) de proteína degradável no rúmen, proteína não degradável no rúmen e proteína bruta.....	75
<b>TABELA 10</b> Resumo das equações e valores a partir dos dados do presente experimento – ENERGIA.....	76
<b>TABELA 11.</b> Resumo das equações e valores a partir pelos dados do presente experimento - PROTEÍNA.....	76



## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

	<b>Página</b>
<b>FIGURA 1.</b> Relação entre os valores observados e estimados para a composição física da carcaça de bovinos Nelore; n=30.....	35
<b>FIGURA 2.</b> Relação entre os valores observados e estimados para proteína na carcaça; n=30.....	38
<b>FIGURA 3.</b> Relação entre os valores observados e estimados para extrato etéreo na carcaça; n=30.....	39
<b>FIGURA 4.</b> Relação entre os valores observados e estimados para água na carcaça; n=30.....	40
<b>FIGURA 5.</b> Relação entre os valores observados e estimados para proteína no peso do corpo vazio; n=30.....	42
<b>FIGURA 6.</b> Relação entre os valores observados e estimados para extrato etéreo no peso do corpo vazio; n=30.....	43
<b>FIGURA 7.</b> Relação entre os valores observados e estimados para água no peso do corpo vazio; n=30.....	43

## CAPÍTULO 2

<b>FIGURA 1.</b> Relação entre o peso corporal em jejum (PCJ) e o peso de corpo vazio (PCVZ) de bovinos Nelore.....	61
<b>FIGURA 2.</b> Relação entre o ganho de peso corporal (GPC) e o ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) de bovinos Nelore.....	62
<b>FIGURA 3.</b> Relação entre a produção de calor (Pcal) e o consumo de energia metabolizável (CEM) de bovinos Nelore.....	65
<b>FIGURA 4.</b> Relação entre a energia retira ER e o consumo de energia metabolizável (CEM) .....	67
<b>FIGURA 5.</b> Conteúdo de proteína no corpo vazio em função de diferentes pesos do corpo vazio (PCVZ) .....	69
<b>FIGURA 6.</b> Relação entre proteína retida e consumo de proteína metabolizável.....	72
<b>FIGURA 7.</b> Relação entre consumo de proteína metabolizável e ganho de peso no corpo vazio (GPCVZ) .....	73

## EXIGÊNCIAS DE PROTEÍNA E ENERGIA DE BOVINOS NELORE CONFINADOS

### RESUMO GERAL

Realizou-se um experimento com 30 bovinos Nelore, não castrados, com peso corporal (PC) médio inicial de  $380,2 \pm 28,7$  kg, a fim de avaliar equações de predição das composições física e química da carcaça e química do corpo vazio, desenvolvidas por Hankins e Howe (1946); Valadares Filho et al. (2006) e Marcondes et al. (2012) e prever as exigências de energia e proteína para manutenção e ganho de peso de bovinos Nelore não castrados. Cinco animais foram abatidos no início do experimento para obtenção da composição corporal e do peso do corpo vazio (PCVZ) iniciais. Os bovinos remanescentes foram aleatoriamente distribuídos em quatro tratamentos em delineamento inteiramente casualizado: manutenção (dieta contendo 60% de feno de Tifton 85 e 40% de concentrado, com oferta de 1,2% do peso corporal ao dia) e níveis crescentes de concentrado 17%, 34%, 51% e 68% disponíveis para consumo ad libitum (sobras de 10% do ofertado). Após 112 dias de confinamento, os animais foram abatidos. O trato gastrointestinal foi esvaziado e pesado juntamente com o coração, pulmões, fígado, baço, pâncreas, apêndices, aparelho reprodutor, gordura, rins, rabo, cabeça, couro, membros, carcaça e sangue para obtenção do peso do corpo vazio (PCVZ). Da meia carcaça esquerda, após pesagem, foi retirada e pesada a seção entre a 9ª e 11ª costelas, para posterior separação e pesagem dos tecidos ósseo, muscular e adiposo da meia carcaça esquerda e da seção das costelas, e posterior análise para a obtenção das quantidades de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e água. Adicionalmente, os demais componentes não carcaça foram moídos e subamostras foram retiradas para análises de MS, PB, EE e água. As exigências para bovinos Nelore machos não castrados de energia líquida para ganho foram obtidas pela equação:  $ER = 0,0430 \cdot PCVZ^{0,75} \cdot GPCVZ^{1,3595}$ . A exigência de energia líquida e metabolizável para manutenção são de 78,99 e 116,13 kcal/kg PCVZ<sup>0,75</sup>/dia. As eficiências de uso da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso foram de 68,01% e 46,50%, respectivamente. A equação:  $PLg = 131,8 \cdot GPCVZ + 22,7843 \cdot ER$ , prediz as exigências líquidas diárias de proteína para ganho de peso de bovinos Nelore machos não castrados, confinados. A exigência de proteína metabolizável para manutenção foi de 4,81 g/kg PCVZ<sup>0,75</sup>/dia. A eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho de peso foi de 51,5%. Em bovinos Nelore não castrados, as equações de Hankins e Howe (1946) estimaram melhor a composição física e de proteína e extrato etéreo na carcaça. Água na carcaça foi melhor estimada pelo modelo de Valadares Filho et al. (2006).

A predição de proteína, extrato etéreo e água no corpo vazio foi melhor estimada por Valadares Filho et al. (2006). As equações propostas por Marcondes et al. (2012) foram menos adequadas para estimar a composição química da carcaça e do corpo vazio dos animais utilizados. Recomenda-se ajustes e validações das equações de predição da composição química da carcaça de bovinos Nelore não castrados.

**Palavras-chave:** bovinos de corte, eficiência de utilização, energia, proteína, composição corporal, equações de predição

## PROTEIN AND ENERGY REQUIREMENTS OF NELORE CONFINED CATTLE

### OVERVIEW

An experiment was carried out with 30 non-castrated Nelore cattle with initial mean body weight of  $380.2 \pm 28.7$  kg, to evaluate the prediction equations of the physical and chemical composition of the carcass and the empty body chemistry developed by Hankins and Howe (1946); Valadares Filho et al. (2006) and Marcondes et al. (2012) and to predict the energy and protein requirements for maintenance and gain of Nelore cattle not castrated. Five animals were slaughtered early in the experiment to getting body composition and initial body weight (EBW). The remaining cattle were randomly distributed in four treatments, in a completely randomized design: maintenance (diet containing 60% Tifton 85 hay and 40% concentrate, supplying 1.2% of body weight per day) and increasing levels of concentrate 17%, 34%, 51% and 68% available for consumption ad libitum (10% leftover from the offered). After 112 days of confinement the animals were slaughtered. The digestive tract was emptied and weighed along with the heart, lungs, liver, spleen, pancreas, shavings, reproductive tract, fat, kidneys, tail, head, leather, limbs, carcass and blood to obtain empty body weight. From the left half carcass, after weighing, the section was removed between the 9th and 11th ribs and weighed for further separation and weighing of the bone, muscle and adipose tissues of the left half carcass and the rib section and subsequent To obtain dry matter (DM), crude protein (CP), ethereal extract (EE) and water. In addition, the other non-carcass components were milled and sub-samples were taken for DM, CP, EE and water analysis. The requirements for uncastrated male Nelore cattle of net energy for gain are obtained by the equation:  $RE = 0.0430 * EQEBW^{0.75} * SWG^{1.3595}$ . The need for liquid and metabolizable energy for maintenance is 78.99 and 116.13 kcal / kcal/EBW<sup>0.75</sup> / day. The efficiencies of the use of metabolizable energy for maintenance and gain are 68.01% and 46.50%, respectively. The equation:  $PLg = 131.8 * GEBW + 22.78 * RE$ , predicts net daily protein requirements for weight gain of confined and uncastrated male Nelore cattle. The requirement for metabolizable protein for maintenance was 4.81 g / kg EBW<sup>0.75</sup> /day. The efficiency of use of the metabolizable protein for weight gain was 51.5%. In non-castrated Nelore cattle, the equations of Hankins and Howe (1946) improve the physical and protein composition and ethereal extract in the carcass. The water in the carcass was better estimated by the model of Valadares Filho et al. (2006). The prediction of protein, ethereal extract and water in the empty body was better estimated by Valadares Filho et al. (2006).

The equations proposed by Marcondes et al. (2012) were less adequate to estimate the chemical composition of the carcass and the empty body of the animals used. It is recommended the adjustment and validation of the prediction equations of the chemical composition of the carcass of Nellore cattle not castrated.

**Key words:** beef cattle, body composition, efficiency of use, energy, protein, prediction equations

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O sistema produtivo de bovinos de corte se encontra cada vez mais competitivo e mais exigente quanto a eficiência produtiva, o que requer maior eficiência quali-quantitativa na produção, com utilização de alimentos que supram as exigências nutricionais dos animais, com menor custo, atrelado ao uso de tecnologias e estratégias nutricionais disponíveis.

Deve-se, então, buscar a melhor combinação entre os vários tipos de alimentos, como também a proporção e nível ideal entre eles, de modo que possa haver garantia no fornecimento de nutrientes em quantidade e proporção adequadas e, conseqüentemente, possa proporcionar um menor impacto ambiental e maior lucratividade.

Comumente, relata-se a necessidade de maiores informações e dados científicos acerca das exigências nutricionais para animais zebuínos e principalmente confinados em regiões tropicais, no tocante a melhorar a produtividade animal da pecuária brasileira. No entanto, para se determinar as exigências nutricionais, faz-se necessário moer e analisar todos os componentes do corpo vazio, inclusive a carcaça. Assim, objetivando reduzir os custos experimentais e o tempo despendido na dissecação de uma meia carcaça, equações foram propostas para estimar a composição física e química da carcaça e química do corpo vazio, a partir de uma amostra da carcaça localizada entre a 9<sup>a</sup>-11<sup>a</sup> costelas; no entanto, estas equações devem ser validadas para ser utilizadas nestas estimativas.

Desta forma, objetivou-se avaliar as equações de predição da composição física e química da carcaça e química do corpo vazio, assim como estimar as exigências nutricionais de energia e proteína de bovinos Nelore confinados.

Para tanto, o presente trabalho foi dividido em dois capítulos. No Capítulo 1 apresentam-se os resultados das avaliações das equações de predição da composição física e química da carcaça e química do corpo vazio de bovinos Nelore confinados. Já no Capítulo 2 apresentam-se os resultados referentes às estimativas das exigências energéticas e proteicas de bovinos Nelore confinados.

## **CAPITULO 1**

---

Avaliação de equações de predição da composição corporal e da carcaça de bovinos Nelore



## Avaliação de equações de predição da composição corporal e da carcaça de bovinos Nelore

### RESUMO

Objetivou-se avaliar as equações de predição das composições física e química da carcaça e química do corpo vazio a partir do corte da 9-10-11<sup>a</sup> costelas de bovinos Nelore, machos não castrados, desenvolvidas por Hankins e Howe (1946); Valadares Filho et al. (2006) e Marcondes et al. (2012). Foram utilizados 30 bovinos Nelore, com peso corporal (PC) médio de  $380,2 \pm 28,7$  kg. Cinco animais foram abatidos no início do experimento e os remanescentes foram aleatoriamente distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, nos tratamentos: manutenção (dieta contendo 60% de feno de capim Tifton 85 e 40% de concentrado, ofertada a 1,2% de PC ao dia) e níveis crescentes de concentrado (17; 34; 51; e 68% disponíveis para consumo *ad libitum*), que após 112 dias confinados foram abatidos. O trato gastrintestinal (rúmen e retículo, omaso, abomaso, intestinos delgado e grosso) foi esvaziado e juntamente pesado com traqueia, esôfago, língua, coração, pulmões, fígado, baço, gordura, pâncreas, rins, aparelho reprodutor, rabo, cabeça, couro, membros, carcaça e sangue para obtenção do peso do corpo vazio (PCVZ). A meia carcaça esquerda foi pesada, posteriormente foi retirada a seção entre a 9<sup>a</sup> e 11<sup>a</sup> costelas e, em seguida, separou-se osso, músculo e gordura da seção, bem como da carcaça para avaliação das equações de predição da composição física da carcaça. Posteriormente, foram moídos separadamente os componentes físicos da carcaça e os demais componentes do corpo vazio foram retiradas, depois congeladas e obtidas sub amostras liofilizadas para análises químicas de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e água. Em bovinos Nelore não castrados as equações de Hankins e Howe (1946) estimam melhor a composição física e os teores de proteína e extrato etéreo na carcaça. A Água na carcaça foi melhor predita pelo modelo de Valadares Filho et al. (2006). A predição de proteína, extrato etéreo e água no corpo vazio foi melhor estimada por Valadares Filho et al. (2006). As equações propostas por Marcondes et al. (2012) não foram adequadas para estimar a composição química da carcaça e do corpo vazio; enquanto as propostas por Valadares Filho et al. (2006) mostraram-se confiáveis para predição da composição química da carcaça e do corpo vazio de bovinos Nelore.

**Palavras-chave:** bovinos de corte, composição química, composição física, confinamento, secção HH

## Evaluation of the prediction equations of the body composition and carcass Nellore cattle

### ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the prediction equations of the physical and chemical composition of the carcass and the chemical composition of the empty body from the 9-10-11<sup>a</sup> cut of Nellore cattle, male uncastrated by the equations developed by Hankins and Howe (1946 HH ); Valadares Filho et al. (2006) and Marcondes et al. (2012). Thirty Nellore cattle were used, with a mean body weight of  $380.2 \pm 28,7$  kg. Five animals were slaughtered at the beginning of the trial and the remainder were randomly distributed in a completely randomized design in the treatments: maintenance (diet containing 60% Tifton hay and 40% concentrate, offered 1.2% BW per day) and (17%, 34%, 51% and 68% available for consumption ad libitum). The rations were isoprotein. After 112 days of confinement, the remaining animals were slaughtered. The contents of the gastrointestinal tract (rumen and reticulum, omasum, abomasum, small and large intestines) were cleaned and weighed together with the trachea, esophagus, tongue, heart, lungs, liver, spleen, fat, pancreas, kidneys, reproductive tract, tail , Head, leather, carcass limbs and blood for estimating empty body weight (EBW). The left carcass was heavy. The section was removed between the 9-10-11th rib (section HH) of the same and then bone, muscle and fat of section HH and the carcass were separated for the evaluation of the prediction equations of the physical composition of the carcass. Subsequently, the physical components of the carcass and other components of the empty body were ground separately and obtained sub samples were collected and then lyophilized for chemical analysis of DM, CP, EE and water. In non-castrated Nellore cattle, the equations of Hankins e Howe (1946) better estimate the physical and protein composition and ethereal extract in the carcass. Water in the carcass was better estimated by the model of Valadares Filho et al. (2006). The prediction of protein, ethereal extract and water in the empty body were better estimated by Valadares Filho et al. (2006). The equations proposed by Marcondes et al. (2012) were not adequate to estimate the chemical composition of the carcass and empty body. As equations of Valadares Filho et al. (2016) proved to be reliable for the prediction of chemical composition in the empty body of Nellore cattle.

**Key words:** beef cattle, chemical composition, physical composition, confinement, section HH

## INTRODUÇÃO

A produtividade animal de qualquer sistema produtivo, especialmente de produtos cárneos, está atrelada a proporção dos constituintes depositados no corpo; desta forma, estudos da composição química corporal e da carcaça são imprescindíveis para determinar a eficiência biológica dos animais (Rodrigues et al., 2010), afetando diretamente a rentabilidade da produção, principalmente a partir da proporção de gordura que, em excesso, pode ocasionar perdas no rendimento das carcaças, além de ser componente de maior variação no corpo dos animais (Reid et al., 1955; Bianchini et al., 2008).

Somente a partir da composição química corporal será possível determinar as exigências nutricionais conforme cada sistema produtivo (Valadares Filho et al., 2016), fornecendo dados mais confiáveis para formulação das rações. Desta forma, o maior desafio no manejo para melhorar a qualidade das carcaças brasileiras é alcançar maior musculosidade, com padrão de deposição dos constituintes corporais, principalmente de gordura, e em animais zebuínos (Marcondes et al., 2009). A proporção de tecidos adiposo, muscular e ósseo muda à medida que o animal cresce. Quando o animal atinge a maturidade fisiológica a gordura passa a aumentar linearmente, enquanto as proporções de proteína e água reduzem (Berg & Buterfield, 1976).

Acerca da composição física e química corporal, são utilizados os métodos direto e indireto, sendo que o direto requer a completa separação e dissecação das carcaças e, portanto, é mais oneroso e laborioso. Em contrapartida, surgiram métodos indiretos para estimativas das composições química e física das carcaças, mais facilmente aplicadas e de menor custo, como proposto por Hankins e Howe (1946), e que gerou bons resultados de acordo com trabalhos de Paulino et al. (2005) e Neves (2013).

Paulino et al. (2005), trabalhando com animais anelados, ratificaram a importância da seção entre a 9ª e 11ª costelas em predizer de forma satisfatória a composição física da carcaça, pois não necessita sua completa dissecação, reduzindo custos e tempo de análises. Posteriormente, foram propostas novas equações como as de Valadares Filho et al. (2006) e Marcondes et al. (2012).

Costa e Silva et al. (2016) relataram novos métodos para estimativa da composição corporal de bovinos, como medidas biométricas obtidas por laser a partir do KINECT®, aparelho que mede área e largura do dorso e do peito, gerando índices que irão estimar o peso

corporal e gordura existente no corpo vazio. Há ainda a técnica de densitometria de raio-X, como alternativa futura para avaliar a composição corporal dos animais. No entanto, essas metodologias necessitam de novos estudos e validação para maior confiabilidade e utilização, sendo o método de Hankins e Howe (1946) ainda o mais utilizado.

Na validação de um modelo, um ponto importante para ser abordado é o quanto o modelo predito é preciso e acurado. Assim, o uso do coeficiente de correlação e concordância (CCC), que representa concomitantemente a acurácia e precisão de um modelo, é mais representativo na avaliação de variáveis contínuas. O CCC varia de -1 a +1; quanto mais próximo de 1, menores são os desvios da linha  $Y=X$ . Outra questão importante para avaliação dos modelos de predição é a obtenção do quadrado médio do erro de predição (QMEP) em que, quanto menor, melhor o modelo, pois é através dele que se tem conhecimento do erro na predição, bem como do fator mais responsável pelo erro, por meio da sua decomposição.

Assim, justificam-se estudos que visem validar as equações de predição da composição química corporal e da carcaça dos animais, as quais são difíceis de serem estudadas (Tedeschi et al., 2013), permitindo uma correta estimativa das exigências nutricionais e evitando dispêndios nas pesquisas relativas à produção de bovinos de corte, principalmente confinados.

Diante do exposto, objetivou-se validar ou não as equações de predição de Hankins e Howe (1946); Valadares Filho et al. (2006) e Marcondes et al. (2012) que melhor se ajustam para estimar as composições física da carcaça e química da carcaça e do corpo vazio de bovinos machos, não castrados, da raça Nelore, alimentados com diferentes níveis de concentrado em confinamento.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal Rural de Pernambuco, sob protocolo de número 23082.015634/2012-41. O experimento foi realizado no Engenho Gambá, localizado no município de Tracunhaém -PE (latitude 07°48'17" sul e longitude 35°14'24" oeste), com altitude de 120 metros e temperatura média de 24,9°C. Possui clima As, de acordo com classificação de Köppen, ou seja, tropical chuvoso com verões secos.

Foram utilizados 30 bovinos Nelore, não castrados, com peso corporal (PC) médio inicial de  $380,2 \pm 28,7$  kg, confinados em baias individuais de 3,5 x 2,38 m, cobertas por telha

de aço inoxidável, providas de 1 m linear de comedouro e bebedouro individual, cujo nível de água era regulado automaticamente. Inicialmente, os animais foram pesados, identificados e tratados contra ecto e endoparasitos e com complexo vitamínico A, D e E.

Após período de adaptação de 30 dias, em que receberam ração composta por 60:40 (relação volumoso:concentrado), cinco animais foram abatidos após jejum de sólidos por 16 horas (grupo referência).. Os 25 remanescentes foram aleatoriamente distribuídos nos tratamentos manutenção, 17; 34; 51 e 68% de concentrado na ração. Os animais do grupo manutenção permaneceram recebendo a mesma relação volumoso:concentrado do período de adaptação, contudo a oferta diária de alimentos foi restrita a 1,2% do peso corporal ( PC).

O concentrado foi composto por milho moído, farelo de soja, suplemento mineral, calcário e bicarbonato de sódio; enquanto o volumoso foi composto por feno de capim Tifton 85 (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) com correção da proteína bruta adicionando a mistura de uréia com sulfato de amônio (proporção 9:1) para que as rações fossem isoproteicas (Tabelas 1 e 2).

**Tabela 1.** Proporção dos ingredientes do volumoso e concentrado utilizados nas dietas experimentais

Ingrediente (% da MS)	Concentrado	Volumoso	
Milho em grão moído	83,30	-	
Farelo de soja	11,50	-	
Núcleo mineral*	3,00	-	
Calcário	1,20	-	
Bicarbonato de sódio	1,00	-	
Ureia	-	1,33**	
Sulfato de amônio	-	0,15**	
Feno de Tifton 85	-	98,52	
Total	100,00	100,00	
Composição dos ingredientes (g/kg MS)	Milho	Soja	Feno
Matéria seca	815,8	823,4	837,2
Proteína bruta	88,7	470,5	97,2
Fibra em detergente neutro	119,9	134,6	708,8

\* Fosbovi® Pronto – Níveis de garantia por quilograma do produto: Ca: 55 g; P: 45 g; S: 4120 mg; Na: 152 g; Co: 38,9 mg; Cu: 1050 mg; Fe: 1300 mg; I: 50,25 mg; Mn: 1000 mg; Se: 9 mg; Zn: 2520 mg; F: 450 mg. \*\* Ingrediente utilizado para ajustar a proteína bruta do volumoso mantendo as dietas isonitrogenadas.

**Tabela 2.** Composição química bromatológica (g/kg da MS) das rações experimentais

Composição	Nível de concentrado (%)				
	Mantença	17	34	51	68
Matéria Seca (g/kg MN)	830,9	836,4	834,3	832,2	830,2
Matéria Orgânica *	924,4	922,4	923,9	925,3	926,7
Proteína Bruta *	132,8	134,7	133,3	132,0	130,6
Extrato Etéreo *	25,1	22,0	24,3	26,5	28,8
Fibra em Detergente Neutro* <sup>1</sup>	459,7	599,2	500,1	401,0	301,9
Fibra em Detergente Ácido* <sup>1</sup>	233,5	311,8	253,9	196,0	138,1
Carboidratos Não Fibrosos*	282,5	189,8	287,1	384,5	481,8
Nutrientes Digestíveis Totais* <sup>2</sup>	655,4	599,2	584,7	596,6	663,6
Cálcio*	5,2	4,9	5,3	5,8	6,2
Fósforo*	3,1	2,1	2,5	2,9	3,3

\*(g/kg MS);<sup>1</sup> corrigido para cinzas e proteína; <sup>2</sup>Bezerra et al., (2016).

O arraçoamento realizou-se duas vezes ao dia (às 08h00 e às 16h00), sendo a quantidade ofertada ajustada a cada dois dias, permitindo 10% de sobras, exceto para o grupo manutenção. A água esteve permanentemente à disposição dos animais.

Após o período experimental de 112 dias, os animais foram submetidos a jejum de sólidos por 16 horas e, posteriormente, pesados e abatidos em abatedouro comercial em Maceió – AL, cujos procedimentos seguiram as recomendações da Instrução Normativa N° 3 de 17/01/2000, que dispõe sobre a normalização para abate humanitário dos animais em abatedouros (MAPA, 2000). A insensibilização foi efetuada pelo método mecânico do tipo percussivo penetrativo, por meio da utilização de pistola pneumática com dardo cativo, conforme Resolução 714 de 2002 do Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV). A insensibilização foi seguida imediatamente pela sangria através da secção da jugular e carótida.

Durante o abate foram pesados sangue, couro, cabeça, membros, cauda, trato gastrointestinal – TGI (rúmen/retículo, omaso, abomaso, intestinos delgado e grosso) vazio, pâncreas, coração, esôfago, traqueia, carne industrial, pulmões, fígado, língua, baço, gordura, aparas, aparelho reprodutor e rins; os quais foram somados ao peso da carcaça para obtenção do peso do corpo vazio (PCVZ).

A carcaça de cada animal foi dividida em duas meias carcaças, as quais foram identificadas, pesadas, e, em seguida, resfriadas em câmara fria a 4°C, durante 24 horas. Decorrido este tempo, as meia carcaças foram retiradas da câmara fria e pesadas.

Realizou-se corte entre a 9<sup>a</sup>-11<sup>a</sup> costelas da meia carcaça esquerda de todos animais, que foram pesadas, dissecadas (separação de osso, musculo e gordura) para estimativa da composição física; em seguida foram moídas, homogeneizadas e amostradas para estimativa da composição química da carcaça. Os mesmos procedimentos foram realizados na meia carcaça esquerda para a obtenção da composição física e química da carcaça.

A cauda, cabeça e patas de cada animal foram trituradas em moedor de ossos para retirada de uma amostra composta. O sangue foi amostrado durante a sangria e as amostras de couro foram retiradas de diferentes pontos e posteriormente seccionados. Os demais componentes do corpo vazio, exceto a carcaça, foram triturados em moinho industrial para constituir uma amostra composta de órgãos e vísceras.

As amostras de sangue, assim como as de órgãos e vísceras; cauda, cabeça e membros; couro; carcaça; e seção HH foram acondicionadas em placas de petri, congeladas e liofilizadas, conforme método INCT-CA.G-002/1 (Detmann et al., 2012). Após a liofilização, foram moídas e armazenadas para posterior análise laboratorial.

Foram analisados os teores de matéria seca definitiva, extrato etéreo e nitrogênio total (N), conforme Detmann et al. (2012). Para obtenção do teor de proteína bruta utilizou-se o fator de conversão de 6,25 para multiplicar pelo teor de N total das amostras. As equações de predição das composições física e química da carcaça, e química do corpo vazio utilizadas para verificar as que melhor se ajustam, estão descritas na Tabela 3.

Os conteúdos corporais de água, gordura e proteína foram determinados em função das respectivas concentrações percentuais nos órgãos, vísceras, couro, sangue, cauda, cabeça (tecido mole e ossos), pés (tecido mole e ossos) e constituintes separados (gordura com músculo e ossos) da seção HH e da carcaça. Para determinação da composição química observada no corpo vazio somou-se a composição química observada na carcaça com a composição química dos demais constituintes do corpo vazio.

Os componentes corporais estimados e observados foram avaliados em seu peso absoluto (kg), seguindo as recomendações de Costa e Silva et al. (2013).

**Tabela 3** Equações utilizadas para estimar a composição física e química da carcaça e química do corpo vazio de bovinos Nelore

Itens	Equações
Composição Física da Carcaça (Hankins e Howe, 1946)	
% Músculo	$\%M_C = 16,08 + 0,8 * \%M_{HH}$
% Gordura	$\%G_C = 3,54 + 0,8 * \%G_{HH}$
% Ossos	$\%O_C = 5,52 + 0,57 * \%O_{HH}$
Composição Física da Carcaça (Marcondes et al., 2012)	
% Músculo	$\%M_C = 57,33 + 0,2 * \%M_{HH} - 1,39 * VF$
% Gordura	$\%G_C = 0,689 + 0,3 * \%G_{HH} + 1,177 * \%VF$
% Ossos	$\%O_C = 29,26 + 0,3 * \%O_{HH} - 0,21 * RCF - 0,95 * \%VF$
Composição Química da Carcaça (Hankins e Howe, 1946)	
% Proteína Bruta	$\%PB_C = 6,19 + 0,65 * \%PB_{HH}$
% Extrato Etéreo	$\%EE_C = 3,49 + 0,74 * \%EE_{HH}$
% Água	$\%A_C = 16,83 + 0,75 * \%A_{HH}$
Composição Química da carcaça (Valadares Filho et al., 2006)	
% Proteína Bruta	$\%PB_C = 4,05 + 0,78 * \%PB_{HH}$
% Extrato Etéreo	$\%EE_C = 4,96 + 0,54 * \%EE_{HH}$
% Água	$\%A_C = 34,97 + 0,45 * \%A_{HH}$
Composição Química da Carcaça (Marcondes et al., 2012)	
% Proteína Bruta	$\%PB_C = 17,92 + 0,6 * \%PB_{HH} - 0,17 * RC$
% Extrato Etéreo	$\%EE_C = 4,31 + 0,31 * \%EE_{HH} + 1,37 * \%GORI$
% Água	$\%A_C = 48,74 + 0,28 * \%A_{HH} - 0,017 * PCVZ$
Composição Química do Corpo Vazio (Valadares Filho et al., 2006)	
% Proteína Bruta	$\%PB_{CVZ} = 4,96 + 0,76 * \%PB_{HH}$
% Extrato Etéreo	$\%EE_{CVZ} = 4,56 + 0,6 * \%EE_{HH}$
% Água	$\%A_{CVZ} = 31,42 + 0,51 * \%A_{HH}$
Composição Química do Corpo Vazio (Marcondes et al., 2012)	
% Proteína Bruta	$\%PB_{CVZ} = 10,78 + 0,47 * \%PB_{HH} - 0,21 * \%GORI$
% Extrato Etéreo	$\%EE_{CVZ} = 2,75 + 0,33 * \%EE_{HH} + 1,8 * \%GORI$
% Água	$\%A_{CVZ} = 38,31 + 0,33 * \%A_{HH} - 1,09 * \%GORI + 0,5 * \%OV$

$M_C$  = Músculo na carcaça;  $G_C$  = Gordura na carcaça;  $O_C$  = Osso na carcaça;  $M_{HH}$  = Músculo na seção da costela;  $G_{HH}$  = Gordura na seção da costela;  $O_{HH}$  = Osso na seção da costela;  $VF$  = Gordura visceral;  $PB_C$  = Proteína bruta na carcaça;  $EE_C$  = Extrato etéreo na carcaça;  $A_C$  = Água na carcaça;  $PB_{HH}$  = PB na seção da costela;  $EE_{HH}$  = EE na seção da costela;  $A_{HH}$  = Água na seção da costela;  $RC$  = Rendimento de carcaça fria;  $GORI$  = Percentagem de gordura interna ou visceral no corpo vazio;  $PCVZ$  = Peso de corpo vazio;  $PB_{CVZ}$  = Proteína bruta no corpo vazio;  $EE_{CVZ}$  = Extrato etéreo no corpo vazio;  $A_{CVZ}$  = Água no corpo vazio;  $OV$  = Percentagem de órgãos e vísceras.



A eficiência de predição dos modelos foi avaliada por intermédio da estimativa do quadrado médio do erro da predição e seus componentes (Kobayashi e Salam, 2000):

$$QMEP = QV + MaF + MoF = 1/n \sum_{i=1} (x_i - y_i)^2,$$

$$QV = (x - y)^2,$$

$$MaF = (s_x - s_y)^2,$$

$$MoF = 2 s_x s_y (1 - r)$$

Onde x são os valores preditos; y são os valores observados; QMEP é o quadrado médio do erro de predição; QV é o quadrado do vício; MaF é o componente relativo à magnitude de flutuação aleatória; MoF é o componente relativo ao modelo de flutuação aleatória;  $s_x$  e  $s_y$  são os desvios padrão para os valores preditos e observados, respectivamente; e r é o coeficiente de correlação linear de Pearson entre os valores preditos e observados.

A acurácia e precisão da equação foram avaliadas por intermédio da estimativa do coeficiente de correlação e concordância (CCC) ou índice de reprodutividade, descrito por Tedeschi (2006).

Os modelos foram avaliados estatisticamente utilizando-se o programa estatístico MODEL EVALUTION SYSTEMS 3.1.116 (<http://nutritionmodels.com/mes.html>).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os valores das variáveis utilizadas para avaliar as equações que estimam a composição física e química da carcaça e química do corpo vazio de bovinos Nelore confinados, encontram-se na Tabela 4. Neles estão incluídos todos os animais do experimento, inclusive os animais do grupo referência e do tratamento manutenção, possibilitando averiguar a amplitude dos dados, as médias e desvios padrão da composição física e química da carcaça e da seção HH, e química do PCVZ.

**Tabela 4** Descrições das variáveis utilizadas para estimar e gerar as composições físicas e químicas da carcaça, e química do corpo vazio de bovinos Nelore

Itens	Média	<sup>1</sup> DP	Máximo	Mínimo
PCVZ (kg)	402,77	68,57	519,43	244,68
Peso de carcaça Fria (kg)	270,64	50,25	363,70	154,80
Órgãos e Vísceras (% PCVZ)	8,81	1,07	11,57	7,29
Gordura Visceral (%PCVZ)	3,07	0,89	5,24	1,76
Rendimento de carcaça Fria (% PCVZ)	67,01	2,00	70,17	62,54
Músculo + Gordura na carcaça (%)	82,74	1,85	85,57	76,84
Osso na carcaça (%)	17,26	1,85	23,16	14,43
Proteína na carcaça (%)	22,30	1,02	25,24	20,31
Extrato etéreo na carcaça (%)	16,71	2,50	21,79	11,29
Água na carcaça (%)	58,82	3,10	63,97	50,04
Proteína no PCVZ (%)	22,81	0,77	24,82	20,98
Extrato etéreo no PCVZ (%)	15,35	2,81	20,82	10,48
Água no PCVZ (%)	56,91	2,48	60,81	49,41
Músculo na seção HH (%)	67,45	3,85	73,57	56,02
Gordura na seção HH (%)	12,04	4,86	25,34	1,78
Osso na seção HH (%)	20,51	3,57	28,07	14,59
Proteína na seção HH (%)	23,95	1,90	28,90	20,87
Extrato etéreo na seção HH (%)	18,42	4,77	27,24	11,69
Água na seção HH (%)	51,36	3,68	58,67	44,78

<sup>1</sup>DP = Desvio Padrão; PCVZ= Peso do corpo vazio.

Verifica-se pelos resultados apontados (Tabela 5) que os tecidos muscular + adiposo na carcaça foram melhor estimados pela equação de Hankins e Howe (1946), devido ao maior CCC e menor QMEP (quadrado médio do erro de predição). A equação de Marcondes et al. (2012) subestimou os valores de músculo + gordura na carcaça em 10,2%. Resultados diferentes daqueles encontrados por Costa e Silva et al. (2013), que trabalharam com animais Nelore, e relataram que as equações de Hankins e Howe (1946) subestimam os valores dos tecido muscular e adiposo na carcaça. Vale ressaltar que estes autores separaram o músculo da gordura, o que pode alterar os resultados da avaliação da equação.

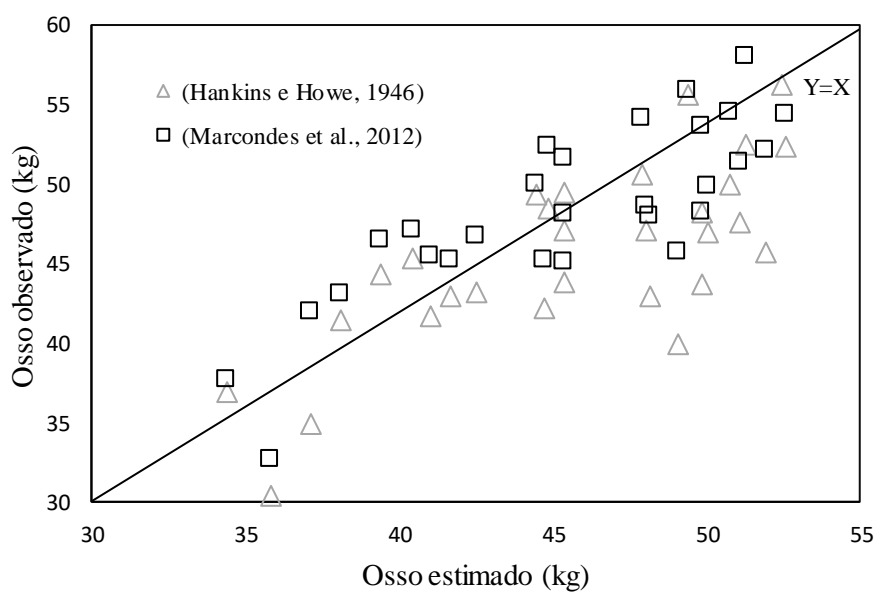
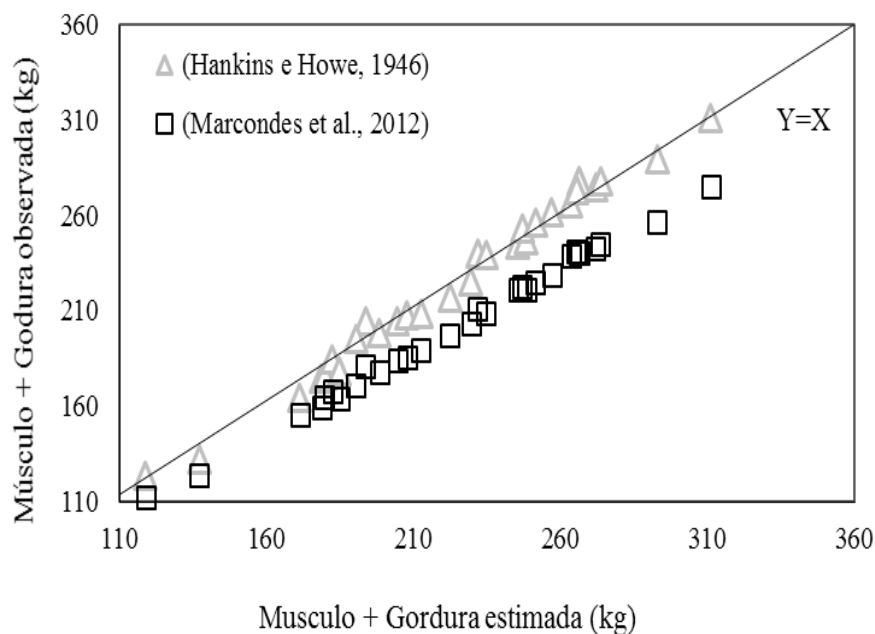
O CCC e QMEP foram semelhantes na avaliação da quantidade de osso estimado na carcaça dos animais pelos modelos avaliados. No entanto, a maior parte do erro de predição do modelo de Hankins e Howe (1946) não está relacionado ao modelo (MoF = componente relativo ao modelo de flutuação aleatória = 72,16% do QMEP), enquanto que no modelo de Marcondes et al. (2012) somente 37,55% do QMEP não são responsáveis pelo desvio do modelo.

**Tabela 5** Médias (kg), desvios-padrão, máximo, mínimo, coeficiente de correlação (r), coeficiente de correlação e concordância (CCC), erro médio de predição (EMP), quadrado médio do erro de predição (QMEP), quadrado do vício (QV), magnitude de flutuação aleatória (MaF), modelo de flutuação aleatória (MoF) para a relação entre as quantidades de ossos e músculo mais gordura obtida e estimada na carcaça de bovinos Nelore

Itens	Músculo + Gordura			Osso		
	Obs	HH	Marcondes et al. (2012)	Obs	HH	Marcondes et al. (2012)
Média	237,48	239,74	213,21	47,67	47,32	50,70
Desvio padrão	36,02	37,76	31,12	4,19	4,61	4,85
Máximo	311,19	311,49	274,88	55,38	56,29	62,34
Mínimo	178,78	174,81	159,78	38,12	39,91	43,10
r	-	0,99	0,99	-	0,62	0,75
CCC	-	0,99	0,78	-	0,62	0,61
EMP	-	23,10	8,61	-	11,18	7,94
QMEP	-	30,42	619,23	-	14,26	19,25
QV	-	5,10	589,23	-	0,12	9,16
MaF	-	4,06	22,05	-	3,85	2,78
MoF	-	21,26	7,92	-	10,29	7,31

Contrariamente aos resultados obtidos, Marcondes et al. (2009) relataram que as equações descritas por Hankins e Howe (1946) não foram eficientes para estimar a composição física da carcaça de bovinos Nelore. Embora o modelo de Marcondes et al. (2012) tenha subestimado os valores de gordura + músculo, os dados para tecido ósseo se comportaram de maneira mais aproximada.

Observa-se que a composição física músculo+gordura foi bem estimada pela equação de Hankins e Howe (1946), em que os erros de predição apresentaram-se bem distribuídos ao redor do eixo no modelo avaliado. No modelo de Marcondes et al. (2012), identificou-se maiores pontos extremos ou de resíduos na estimativa de músculo + gordura, o que ratifica que todos os valores preditos subestimaram os observados (Figura 1).



**Figura 1.** Relação entre os valores observados e estimados para a composição física da carcaça de bovinos Nelore; n =30.

Na estimativa dos valores para ossos verificou-se que os erros de predição do modelo de Hankins e Howe (1946) apresentaram maior MaF (relativo à magnitude de flutuação aleatória), com menor capacidade de simulação da variação em torno da média que o MaF da

equação de Marcondes et al. (2012). Porém, ambas as equações avaliadas não estimaram com precisão ossos na carcaça.

Os valores de proteína, extrato etéreo e água estimados pelos modelos propostos por Hankins e Howe (1946), Valadares Filho et al. (2006) e Marcondes et al. (2012), em função dos valores observados na carcaça, estão apresentados na Tabela 6.

Apesar de todos os modelos apresentarem um CCC elevado nas estimativas de proteína, extrato etéreo e água na carcaça, o QMEP foi mais elevado no modelo de Marcondes et al. (2012), tornando-o menos adequado para estas estimativas.

A maior parte do erro na predição da proteína na carcaça pelas equações propostas por Hankins e Howe (1946) e Valadares Filho et al. (2006) é devida a fatores não ligados ao modelo (Mof), tornando-os adequados para esta estimativa. Comportamento semelhante foi encontrado por Prados (2012), com machos mestiços, cujas equações de Hankins e Howe (1946) e Valadares Filho et al. (2006) estimaram corretamente a composição proteica na carcaça.

O MoF encontrado com o uso dos modelos de Hankins e Howe (1946) e Valadares Filho et al. (2006) para a estimativa do extrato etéreo na carcaça se comportou de forma semelhante; no entanto, a de Hankins e Howe (1946) apresentou maior MaF, resultando em maior magnitude de flutuação aleatória dos valores. Ressalta-se que ambos os modelos podem ser utilizados para estimativa do EE na carcaça.

Na estimativa da quantidade de água na carcaça, os modelos de Valadares Filho et al. (2006) e Marcondes et al. (2012) apresentaram elevado CCC; porém, avaliando outros parâmetros como o QMEP, este foi melhor na equação proposta por Valadares Filho et al. (2006), com maior parte deste erro encontrado no MoF, sendo preciso para estimar água na carcaça. As equações de Hankins e Howe (1946) e Marcondes et al. (2012) avaliadas apresentaram elevado QMEP, sendo, portanto, menos adequadas para esta estimativa. Ambas equações subestimaram a quantidade de água na carcaça em, aproximadamente, 5,7% e 7,14%, respectivamente (Tabela 6).

Como a água é obtida por diferenças a partir da medição de outros componentes químicos, isso provavelmente pode ocasionar erros cumulativos nos valores estimados pelas equações de predição, segundo Costa e Silva et al. (2013).

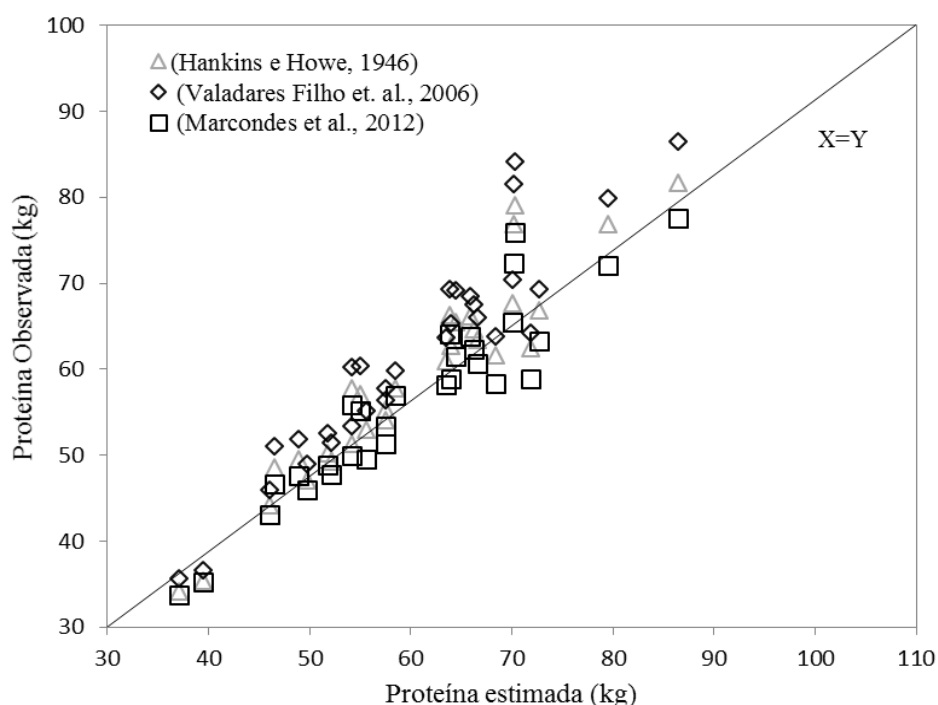
**Tabela 6** Médias (kg), desvios-padrão, máximo, mínimo, coeficiente de correlação, coeficiente de correlação e concordância (CCC), erro médio de predição (EMP), quadrado médio do erro de predição (QMEP), quadrado do vício (QV), magnitude de flutuação aleatória (MaF), modelo de flutuação aleatória (MoF) para a relação entre as quantidades de proteína, extrato etéreo e água obtida e estimada na carcaça de bovinos Nelore

Itens	Proteína				Extrato etéreo				Água			
	Obs	Hankins e Howe (1946)	Valadares Filho et al. (2006)	Marcondes et al. (2012)	Obs	Hankins e Howe (1946)	Valadares Filho et al. (2006)	Marcondes et al. (2012)	Obs	Hankins e Howe (1946)	Valadares Filho et al. (2006)	Marcondes et al. (2012)
Média	62,35	60,90	63,85	58,24	48,05	47,25	43,44	41,79	168,13	156,11	164,59	158,55
Desvio padrão	9,09	8,41	8,99	7,79	12,24	15,33	11,97	11,62	24,05	18,58	20,65	18,04
Máximo	86,39	81,75	86,54	77,50	72,02	75,21	62,71	60,44	209,42	194,74	207,31	195,00
Mínimo	46,47	48,63	51,03	46,66	30,29	29,63	27,06	25,94	122,43	122,05	127,17	125,72
r	-	0,91	0,90	0,91	-	0,96	0,96	0,96	-	0,92	0,93	0,93
CCC	-	0,90	0,89	0,80	-	0,92	0,90	0,84	-	0,77	0,91	0,81
EMP	-	13,41	15,78	15,28	-	12,34	10,94	12,72	-	95,64	82,58	83,82
QMEP	-	14,36	16,56	31,08	-	28,25	31,30	50,85	-	244,06	91,23	186,45
QV	-	2,11	1,58	16,92	-	4,66	21,25	39,17	-	144,42	12,51	91,78
MaF	-	0,003	0,57	0,20	-	12,28	0,02	0,01	-	11,64	2,74	17,55
MoF	-	12,25	14,41	13,95	-	11,31	10,03	11,67	-	87,99	75,97	77,12

Prados (2012) e Neves (2013) observaram comportamento semelhante ao avaliarem a estimativa da composição de água na carcaça de bovinos cruzados  $\frac{3}{4}$  Zebu  $\times$   $\frac{1}{4}$  Holandês e mestiços leiteiros, respectivamente, em relação aos observados.

Paulino et al. (2005) que trabalharam com bovinos anelados, salientaram melhor estimativa a partir das equações de Hankins e Howe (1946).

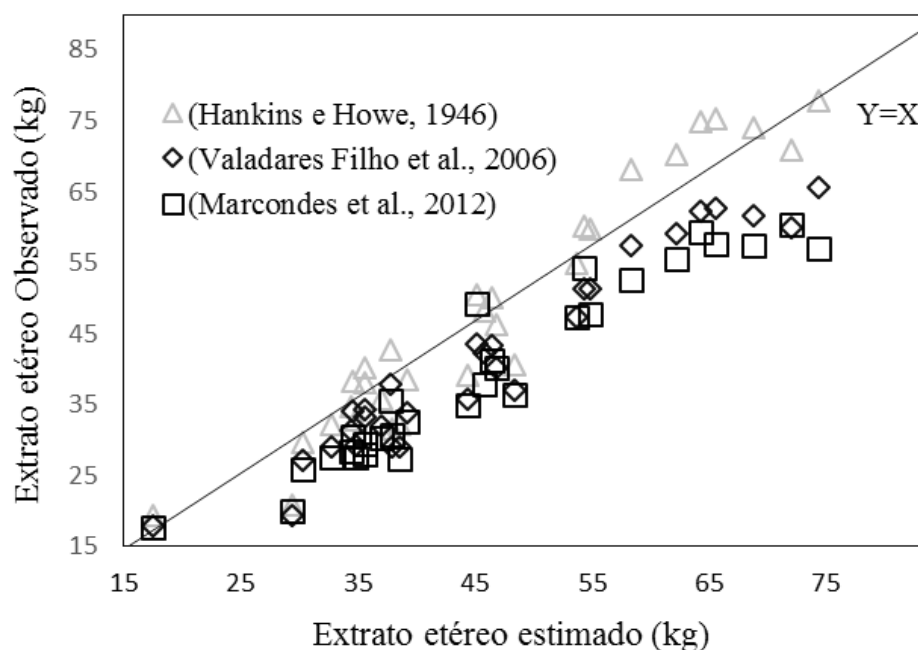
Ao observar a distribuição dos erros de predição da proteína na carcaça pode-se averiguar que os dados se mostram bem distribuídos no eixo dos modelos avaliados, exceto para o de Marcondes et al. (2012), constatando-se a subestimativa nesta predição de proteína na carcaça (Figura 2).



**Figura 2** – Relação entre os valores observados e estimados para proteína na carcaça; n =30.

Em relação ao EE, o problema na sua estimativa, por meio da equação de Marcondes et al. (2012), pode ser devido aos diferentes planos nutricionais adotados, haja vista, que o aumento de concentrado eleva a energia da dieta e altera a composição do ganho, principalmente de gordura corporal. Outro fator que pode ter acarretado esta diferença pode ser a precocidade e peso de abate dos animais deste experimento e os de Marcondes et al. (2012), uma vez que a deposição de gordura é influenciada pela idade em que o animal atinge a maturidade.

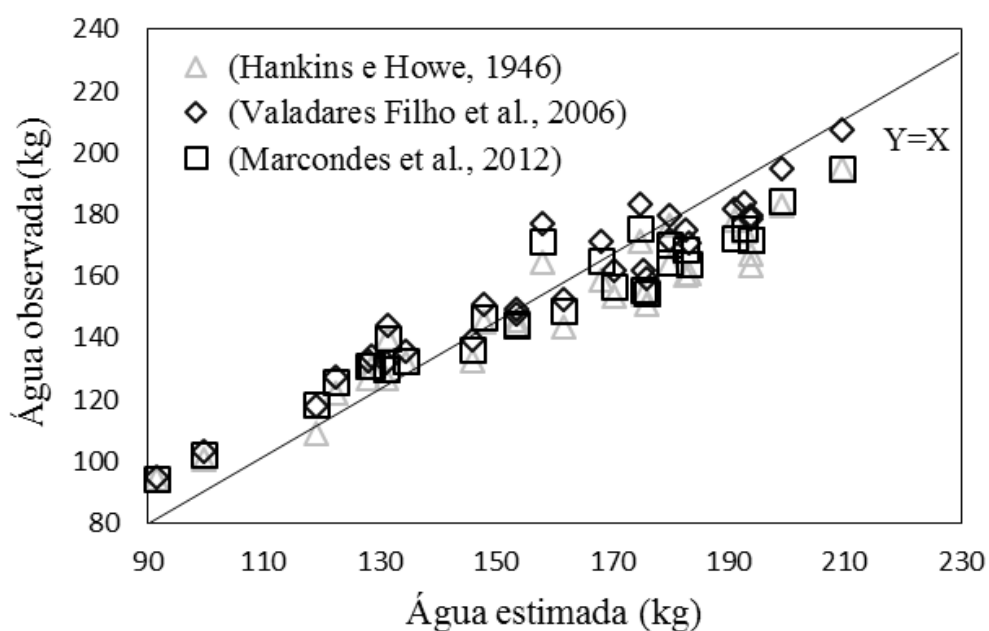
A partir da observação da Figura 3, pode-se ressaltar que o modelo de Hankins e Howe (1946) foi o que apresentou os erros de predição mais bem distribuídos no eixo para estimativa de extrato etéreo. Por outro lado, pode-se constatar que nos modelos de Valadares Filho et al. (2006) e Marcondes et al. (2012) há uma subestimativa dos valores de extrato etéreo na maioria dos dados.



**Figura 3** – Relação entre os valores observados e estimados para extrato etéreo na carcaça; n =30.

Pela observação da Figura 4, pode-se verificar que a água foi melhor estimada pela equação de Valadares Filho et al. (2006), uma vez que os erros de predição relativos à água mostraram-se bem distribuídos no eixo. Por outro lado, as equações propostas por Hankins e Howe (1946) e Marcondes et al. (2012) apresentaram o mesmo comportamento, subestimando a água na carcaça dos animais avaliados.





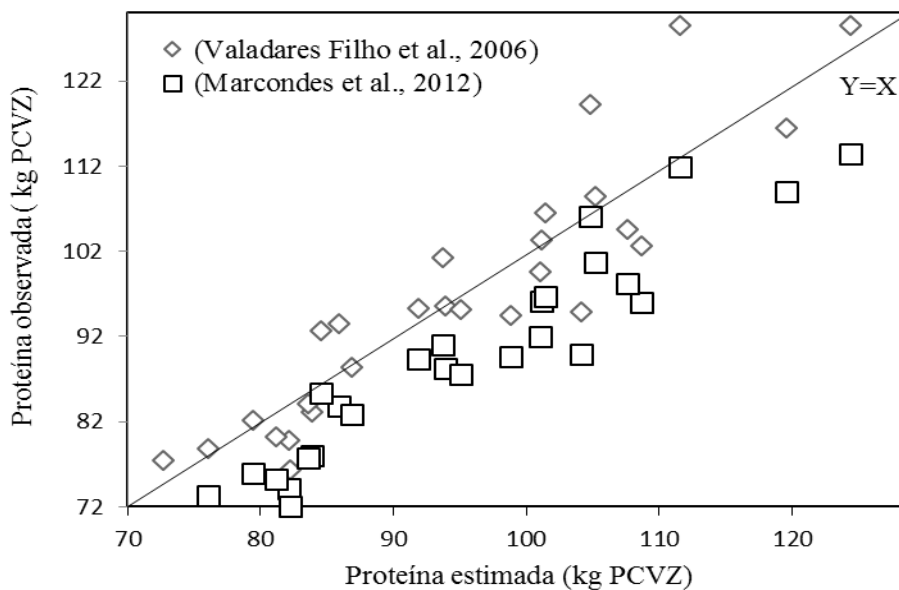
**Figura 4** – Relação entre os valores observados e estimados para água na carcaça;  $n=30$ .

A estimativa da composição química do corpo vazio é mais relevante para as pesquisas relativas à exigências nutricionais do que a composição química da carcaça propriamente dita. Dessa forma, foram avaliadas as equações sugeridas por Valadares Filho et al. (2006) e Marcondes et al. (2012) para predição da composição química do corpo vazio dos animais (Tabela 7).

A proteína no corpo vazio foi melhor estimada pela equação de Valadares Filho et al. (2006), em que obteve maior CCC e o menor QMEP em relação à equação de Marcondes et al. (2012). A distribuição dos erros de predição da quantidade de proteína no corpo vazio, estimada pela equação de Valadares Filho et al. (2006) mostra-se melhor distribuída no eixo (Figura 5). Por outro lado, pode-se constatar que a equação proposta por Marcondes et al. (2012) subestimou em 6,1% a quantidade de proteína observada no corpo vazio (Tabela 7, Figura 5).

**Tabela 7** - Médias (kg), desvios-padrão, máximo, mínimo, coeficiente de correlação (r), coeficiente de correlação e concordância (CCC), erro médio de predição (EMP), quadrado médio do erro de predição (QMEP), quadrado do vício (QV), magnitude de flutuação aleatória (MaF), modelo de flutuação aleatória (MoF) para a relação entre as quantidades de proteína, extrato etéreo e água obtidas e estimadas do corpo vazio de bovinos Nelore

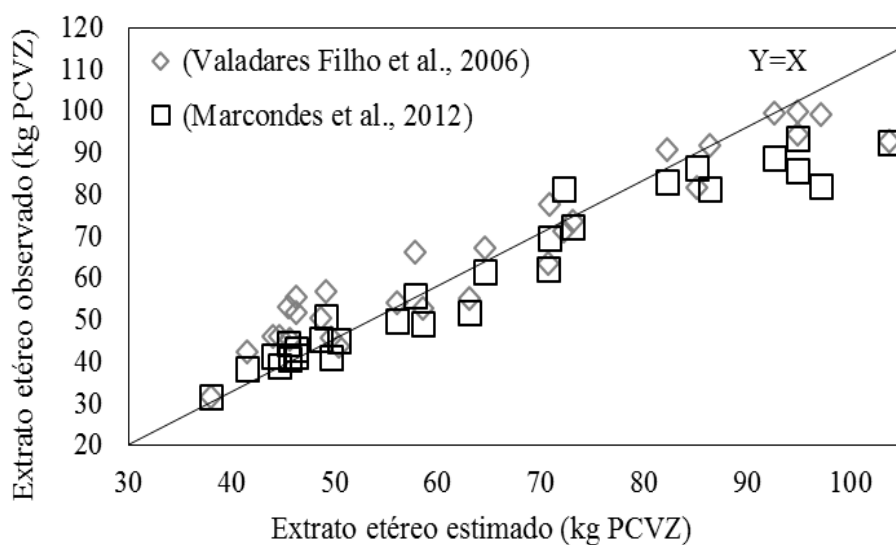
Itens	Proteína			Extrato etéreo			Água		
	Obs	Valadares Filho et al. (2006)	Marcondes et al. (2012)	Obs	Valadares Filho et al. (2006)	Marcondes et al. (2012)	Obs	Valadares Filho et al. (2006)	Marcondes et al. (2012)
Média	94,28	95,99	88,56	65,32	66,20	61,71	235,49	238,25	231,80
Desvio padrão	12,34	12,82	10,85	18,44	18,32	18,49	29,16	26,14	24,29
Máximo	124,38	128,54	113,44	103,70	99,46	92,63	276,43	282,11	268,63
Mínimo	72,71	77,48	71,12	41,47	42,54	38,48	179,86	188,49	184,79
r	-	0,91	0,95	-	0,95	0,97	-	0,94	0,95
CCC	-	0,91	0,84	-	0,95	0,95	-	0,93	0,93
EMP	-	25,70	15,82	-	34,63	22,01	-	95,77	84,84
QMEP	-	28,60	47,98	-	33,01	33,64	-	96,94	102,56
QV	-	2,92	32,82	-	0,77	13,08	-	7,58	13,69
MaF	-	2,21	0,71	-	0,61	0,38	-	1,91	11,42
MoF	-	23,47	14,44	-	31,62	20,17	-	87,44	77,46



**Figura 5** – Relação entre os valores observados e estimados para proteína no peso do corpo vazio; n =30.

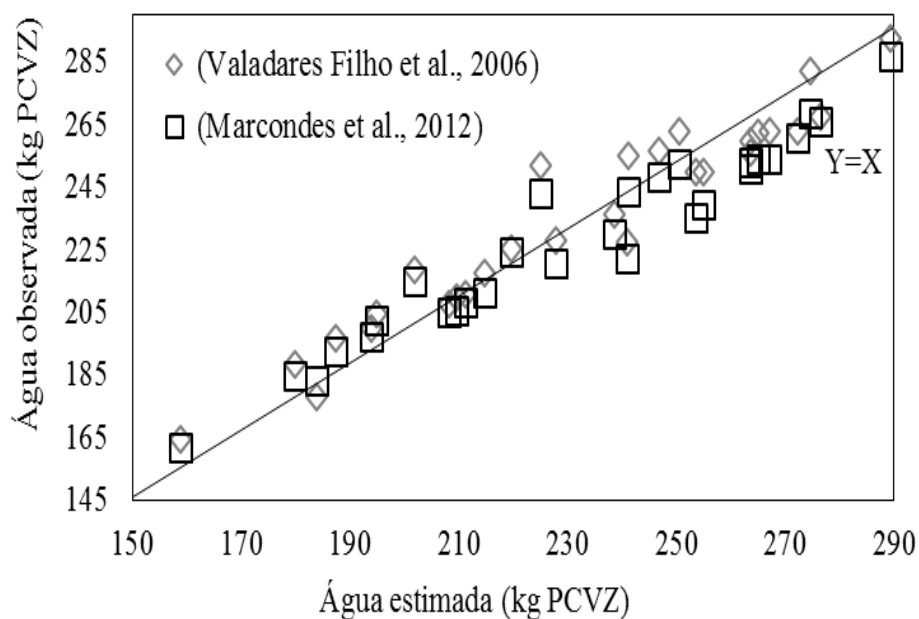
A quantidade de EE no corpo vazio dos animais foi bem estimada pelas equações avaliadas, cujos CCC e QMEP foram semelhantes para os modelos de Valadares Filho et al. (2006) e Marcondes et al. (2012). No entanto, a quantidade de erros associados ao intercepto (QV) foi maior na equação de Marcondes et al. (2012) do que o valor encontrado para os valores estimados por Valadares Filho et al. (2006) (Tabela 7).

Observou-se melhor distribuição dos erros de predição das quantidades de extrato etéreo estimado no corpo vazio pelas equações de Valadares Filho et al. (2006) em comparação a equação Marcondes et al. (2012). A equação proposta por Valadares Filho et al. (2006) se ajustou melhor aos dados de extrato etéreo no corpo vazio (Figura 6).



**Figura 6** – Relação entre os valores observados e estimados para extrato etéreo no peso do corpo vazio; n=30.

Apesar do CCC ter sido igual para os modelos avaliados quanto a estimativa de água no corpo vazio, pode-se inferir que a equação proposta por Valadares Filho et al. (2006) estimou melhor a água do corpo vazio, por ter apresentado menor valor do QMEP (Tabela 7). Já a estimativa obtida segundo Marcondes et al. (2012) subestimou a água do corpo vazio dos animais do presente estudo (Figura 7).



**Figura 7** – Relação entre os valores observados e estimados para água no peso do vazio; n=30.

As equações de Valadares Filho et al. (2006) foram as melhores para estimar a composição de proteína, extrato etéreo e água no corpo vazio em bovinos Nelore, não castrados. Por outro lado, Costa e Silva et al. (2013) relataram que nenhuma destas equações apresentaram boas estimativas a composição química no corpo vazio de machos Nelore, não castrados. Porém, recomendaram as equações de Marcondes et al. (2012) como mais adequadas para estimar a composição da carcaça e corpo vazio, fato este, não observado no presente experimento.

## CONCLUSÕES

Em bovinos Nelore não castrados as equações de Hankins e Howe (1946) estimam melhor a composição física e de proteína e extrato etéreo na carcaça. Água na carcaça é melhor estimada pelo modelo de Valadares Filho et al. (2006).

A quantidade de proteína, extrato etéreo e água no corpo vazio é mais eficientemente estimada pelas equações propostas por Valadares Filho et al. (2006); enquanto que as equações de Marcondes et al. (2012) subestimam a composição química da carcaça e corpo vazio.

## REFERÊNCIAS

- BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth**. New York: First Edition, 1976. 240p.
- BEZERRA, J.G.; BARRETO, L. M. G. FERREIRA, M. A. et al. Desempenho produtivo de bovinos Nelore em confinamento. **Revista Electrónica de Veterinária**, v.17, p.1-15, 2016.
- BIANCHINI, W.; SILVEIRA, A.C.; ARRIGONI, M.B. et al. Crescimento e características de carcaça de bovinos superprecoce Nelore e Simental e mestiços. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.3, p.554-564, 2008.
- COSTA E SILVA, L.F.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. Evaluation of equations to predict body composition in Nelore bulls. **Livestock Science**, v.151, n. 1, p.26-57, 2013.
- COSTA E SILVA, L.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ROTTA, P.P. et al. [2016]. Predição da composição corporal e da carcaça de bovinos de corte. IN: VALADARES FILHO, S.C.; COSTA E SILVA, L.F.; GIONBELLI, M.P. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR CORTE**. ed: 3.ed. Viçosa : UFV, Suprema Gráfica Ltda.. 2016, Cap.5, p.127-149, 327p.
- DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Métodos para análise de alimentos. Suprema: Visconde do Rio Branco, 2012. 214 p.
- HANKINS, O.G.;HOWE, P.E. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. 993 Washington, D.C. (Tech. Bulletin - USDA, 926p). 1946.
- KOBAYASHI, K.; SALAM, M.U. Comparing simulated and measured values using mean squared deviation and its components. **Agronomy Journal**, v.92, p. 345-352, 2000.
- MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa N° 3 de 17 de janeiro de 2000**. Diário Oficial [da] União, Brasília, 24 jan. 2000, Seção 1. p. 14. Disponível em: <[http:// sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal](http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal)>. Acessado em: 18 setembro de 2016.
- MARCONDES, M.I.; TEDESCHI, L.O.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Prediction of physical and chemical body compositions of purebred and crossbred Nelore cattle using the composition of a rib section. **Journal of Animal Science**, v.90, n.4, p.1280-1290, 2012.
- 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 9a e 11a costelas em bovinos Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1597-1604, 2009.
- MODEL EVALUATION SYSTEM (MES). **Matemática nutrition models**. Disponível em: <http://nutritionmodels.com/mes.html>. Acessado em 16/10/2016.

- NEVES, M.L.M.W. **Exigências nutricionais e componentes não carcaça de bovinos mestiços leiteiros**. Recife, PE. 151f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2013.
- 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.
- PRADOS, L.F. **Desempenho e Exigências Nutricionais de Bovinos alimentados com Dietas Contendo Diferentes Níveis de Cálcio e Fósforo**. Viçosa, MG - 110f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2012.
- REID, J. T.; WELLINGTON, G. H.; DENN, H. O. Some relationships among the major chemical components of the bovine body and their application to nutritional investigations. **Journal Dairy Science**, v.38, n.12, p.1344-1359, 1955.
- RODRIGUES, E.; ARRIGONI, M.B.; JORGE, A.M. et al. Crescimento dos tecidos muscular e adiposo de fêmeas bovinas de diferentes grupos genéticos no modelo biológico superprecoce. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.625-632, 2010.
- TEDESCHI, L. O. Assessment of the adequacy of mathematical models. **Agricultural Systems**, v.89, n.2, p.225-247, 2006.
- TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; KONONOFF, P.J. A dynamic model to predict fat and protein fluxes and dry matter intake associated with body reserve changes in cattle. **Journal of Dairy Science**, v.96. n.4, p.2448-2463, 2013.
- VALADARES FILHO, S.C.; COSTA E SILVA, L.F.; GIONBELLI, M.P. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR CORTE**. 3.ed. Viçosa: UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2016, 327p.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos – BR CORTE**. 1.ed. Viçosa: UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2006, 142p.



## **CAPÍTULO 2**

---

Exigências energéticas e proteicas de bovinos Nelore

## Exigências energéticas e proteicas de bovinos Nelore

### RESUMO

Realizou-se o experimento com 30 bovinos Nelore, não castrados, com peso corporal (PC) médio inicial de  $380,2 \pm 28,7$  kg, a fim de avaliar as exigências de energia e proteína para manutenção e ganho. Cinco animais foram abatidos no início do experimento para determinação da composição corporal e do peso do corpo vazio (PCVZ) iniciais. Os bovinos remanescentes foram aleatoriamente distribuídos em quatro tratamentos em delineamento inteiramente casualizado: manutenção (dieta contendo 60% de feno de Tifton 85 e 40% de concentrado, com oferta de 1,2% do PC ao dia) e níveis crescentes de concentrado 17%, 34%, 51% e 68% disponíveis para consumo *ad libitum* (sobras de 10% do ofertado). Após 112 dias de confinamento os animais foram abatidos. Os componentes do trato gastrointestinal foram esvaziados e pesados juntamente com o coração, pulmões, fígado, baço, pâncreas, aparas, aparelho reprodutor, gordura, rins, rabo, cabeça, couro, membros, carcaça e sangue para obtenção do peso do corpo vazio (PCVZ). A meia carcaça esquerda, após pesagem, foi moída e retirada amostra para análises de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e água. Adicionalmente, a meia carcaça esquerda, os órgãos e os demais componentes não carcaça foram moídos separadamente e sub-amostras foram retiradas e liofilizadas para análises químicas de MS, PB, EE e água. As exigências de energia líquida para ganho para bovinos Nelore machos não castrados foram obtidas pela equação:  $ER = 0,0430 * PCVZ^{0,75} * GPCVZ^{1,3595}$ . A exigência de energia líquida e metabolizável para manutenção foram de 78,99 e 116,13 kcal/kgPCVZ<sup>0,75</sup>/dia, respectivamente. As eficiências de uso da energia metabolizável para manutenção e ganho foram de 68,01% e 46,50%, respectivamente. A equação:  $PLg = 131,8 * GPCVZ + 22,7 * ER$ , foi obtida para estimar as exigências líquidas diárias de proteína para ganho de peso de bovinos Nelore machos não castrados, confinados. A exigência de proteína metabolizável para manutenção foi de 4,81 g/kg PCj<sup>0,75</sup>/dia. A eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho de peso foi de 51,5%.

**Palavras-chave:** Exigências nutricionais, eficiência de utilização, energia líquida, energia metabolizável, proteína líquida, proteína metabolizável

## Energy and protein requirements of Nellore cattle

### ABSTRACT

The experiment was carried out with 30 non-castrated Nellore cattle with initial mean body weight of  $380.2 \pm 28.7$  kg, in order to evaluate the energy and protein requirements for maintenance and gain. Five animals were slaughtered at the beginning of the experiment to determine body composition and initial body weight (EBW). The remaining cattle were randomly distributed in four treatments in a completely randomized design: maintenance (diet containing 60% of Tifton 85 hay and 40% of concentrate, with a supply of 1.2% of BW per day) and increasing levels of concentrate 17% , 34%, 51% and 68% available for free use (10% leftover of the offered). After 112 days of confinement the animals were slaughtered. The components of the gastrointestinal tract were emptied and weighed together with the heart, lungs, liver, spleen, pancreas, shavings, reproductive system, fat, kidneys, tail, head, (EBW). The left half carcass, after weighing, was removed and analyzed for analysis of dry matter, crude protein, ethereal extract and water. In addition, the left half carcass, organs and other non-carcass components were separated separately and sub-samples were removed and lyophilized for chemical analyzes of DM, CP, EE and water. Concerning the requirements for cattle The net energy for gain can be excluded by the equation:  $ER = 0.0430 * EQEBW^{0.75} * SWG^{1.3595}$ . The requirement for net energy and metabolizable for maintenance was 78.99 and 116.13 kcal / kg  $EBW^{0.75}$  / day, respectively. Efficiencies of use of metabolizable energy for maintenance and gain were 68.01% and 46.50%, respectively. The equation:  $PLg = 131.8 * SWG + 22.7 * RE$ , was obtained to estimate as net protein requirements for weight gain of confined, uncastrated male Nellore cattle. The requirement for metabolizable protein for maintenance was 4.81 g / kg  $EBW^{0.75}$  / day. The efficiency of the metabolizable protein for weight gain was 51.5%.

**Key words:** Nutritional requirements, efficiency of use, net energy, metabolizable energy, net protein, metabolizable protein

## INTRODUÇÃO

No âmbito da produção de ruminantes, diversas estratégias são utilizadas de forma a reduzir as perdas nutricionais e maximizar a eficiência de utilização dos nutrientes fornecidos, como proteína e energia, devido a sua importância para crescimento e desenvolvimento dos animais, além de serem componentes de custo elevado em dietas para bovinos de corte (Chizzotti et al., 2008).

Para otimizar a produção, faz-se necessário uso de estratégias nutricionais e de alimentação já bem estabelecidas e formuladas, uso de animais adaptados as regiões tropicais e com ganhos que garantam a lucratividade, além de alimentação, em quantidade e qualidade ideais de nutrientes, objetivando aperfeiçoar a eficiência econômica e técnica dos sistemas de produção, a partir de modelos que estimem as exigências dos animais (Posada et al., 2011).

Segundo Backes et al. (2002), o nível nutricional ofertado aos animais acarreta em modificações na partição do uso da energia utilizada para processo de anabolismo de proteína e lipídios; isso pode ocorrer principalmente devido ao efeito associativo que causam variações no balanço de energia segundo Vêras et al. (2001).

As exigências de energia líquida para manutenção (ELm) são representadas pela energia despendida no metabolismo basal e pelo calor produzido pelas atividades voluntárias do animal em jejum (Valadares Filho et al. 2016). Basarab et al. (2003) concluíram que os animais são diferentes quanto a seus custos energéticos com manutenção, incremento calórico e atividade física.

No BCNRM (2016), as exigências diárias de energia líquida de manutenção para bovinos machos castrados são de 77 quilocalorias por unidade de peso corporal em jejum metabólico ( $\text{kcal/PCJ}^{0,75}/\text{dia}$ ), e não castrados em torno de 88  $\text{kcal/PCJ}^{0,75}/\text{dia}$  (15% a mais), que correspondem à produção de calor em jejum. Porém, para animais zebuínos, recomenda-se um desconto de 10% desse valor. Em condições tropicais, Valadares Filho et al. (2016) sugerem a exigência de energia líquida de manutenção de 75  $\text{kcal/por peso de corpo vazio metabólico (PCVZ}^{0,75})/\text{dia}$  para animais zebuínos confinados.

De acordo com Lawrence e Fowler (1997), a energia metabolizável para manutenção é denominada como sendo a taxa de produção de calor oriunda do incremento calórico quando o consumo de energia metabolizável é exatamente igual ao saldo da

taxa de perda de calor e é estimada a partir da eficiência com que a energia metabolizável é utilizada, sendo importante a eficiência de uso da energia para transformar as exigências líquidas em exigências de energia metabolizável e, posteriormente, em exigências de nutrientes digestíveis totais (NDT), termo comumente usado nos cálculos de formulação de rações.

A energia líquida para ganho (ELg) pode ser compreendida como toda energia que é retida no corpo vazio na forma de proteína ou gordura (Garret et al., 1959). Segundo Marcondes et al. (2016), as exigências de ganho de peso tendem a aumentar a medida que o peso relativo ao peso a maturidade se aproximam, pois, maior será a deposição de gordura em relação a proteína.

Nesse sentido, Valadares Filho et al. (2016) salientaram a importância de utilizar o peso do corpo vazio equivalente para estimar a energia para ganho, pois permite comparar animais de classes sexuais ou grupos raciais diferentes, aumentando a precisão da estimativa. Assim, verificaram que para animais zebuínos castrados as exigências de ELg são cerca de 14% superior em relação machos não castrados e 7% menor em relação as fêmeas.

Inferindo-se das exigências nutricionais de proteína, a nutrição é determinante para o desempenho animal adequado (Coutinho et al., 2015) e a proteína, além de ser um elemento de custo elevado na ração, seu excesso acarreta em perdas energéticas para eliminação de nitrogênio pela urina, além de contribuir para contaminação ambiental por aumento da excreção de nitrogênio (Sinclair et al., 2014).

Segundo Roux (2013), ganhos em massa, especialmente a partir da proteína, são importantes para o crescimento e na estimativa de consumo; assim, justifica-se estudos que visem contribuir para a formulação de rações que atendam corretamente as exigências de proteína, a fim de evitar dispêndios na produção de bovinos de corte, principalmente de animais confinados (Tedeschi et al., 2013).

As exigências nutricionais de proteína e energia precisam ser calculadas e atendidas de acordo com cada categoria animal. Para isso, estudos com requerimentos nutricionais são imprescindíveis, não só, porque a maioria das dietas balanceadas no Brasil são baseadas em sistemas internacionais, mas pela carência de dados em vários estados brasileiros, que permitam o desenvolvimento de equações de predição que representem os diversos ecossistemas, a fim de se obter maior confiabilidade, significando um grande avanço para a produção de bovinos de corte no Brasil, já que

outros países têm seus sistemas já bem estabelecidos como relatado por Olmedo et al. (2010).

Para isso, é necessário o conhecimento das exigências de proteína para manutenção e crescimento, a fim de otimizar a cadeia produtiva e melhorar a qualidade dos produtos cárneos (Rotta et al., 2016). Valadares Filho et al. (2016) relataram exigência de proteína metabolizável para manutenção de 3,6 g por peso de corporal em jejum metabólico para animais zebuínos confinados em condições brasileiras.

Já exigência de proteína líquida para ganho de peso ( $PL_g$ ), de acordo com mesmos autores, é calculada em função do ganho de peso do corpo vazio dos animais e energia retida; e que a exigência  $PL_g$  diminui à medida que se eleva o peso corporal.

Em relação a eficiência de utilização de proteína metabolizável para ganho de peso ( $k$ ), Valadares Filho et al. (2016) recomendaram um valor fixo de 46,2%; este valor é necessário para converter a exigências líquidas de proteína em exigências de proteína metabolizável. No entanto, salientaram a necessidade de estudos relacionados as diferenças nas eficiências de utilização que alteram as exigências nutricionais de proteína.

Neste contexto, há a necessidade de estudos dos requerimentos energéticos e proteicos de bovinos, bem como suas interações e influência no atendimento em energia, proteína e eficiência de utilização, devido, principalmente, à complexidade, não uniformidade dos alimentos e nível de nutricionais utilizados na alimentação animal que refletem no sucesso da cadeia produtiva de bovinos de corte no Brasil.

Com este estudo, objetiva-se estimar as exigências nutricionais de energia e proteína para manutenção e ganho, bem como suas respectivas eficiências de utilização para bovinos Nelore, machos, não castrados confinados.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal Rural de Pernambuco, sob protocolo de número 23082.015634/2012-41. O experimento foi realizado nas dependências do Engenho Gambá, localizado no município de Tracunhaém -PE (latitude 07°48'17" sul e longitude 35°14'24" oeste), uma altitude de 120 metros e temperatura média de 24,9°C. Possui clima As, de acordo com classificação de Köppen, ou seja, tropical chuvoso com verões secos.

Foram utilizados 30 bovinos Nelore, não castrados, com peso corporal (PC) médio inicial de  $380,2 \pm 28,7$  kg, confinados em baias individuais de 3,5 x 2,38 m, cobertas por telha de aço inoxidável, providas com 1 m linear de comedouro e bebedouro individual cujo nível de água era regulado automaticamente. Inicialmente, os animais foram pesados, identificados e tratados contra ecto e endoparasitos e com complexo vitamínico A, D e E.

Após período de adaptação de 30 dias, em que receberam ração composta de 60:40 ( relação volumoso:concentrado), cinco animais, designados grupo referência, foram abatidos após jejum de sólidos por 16 horas, para estimar a composição corporal e o peso de corpo vazio (PCVZ) iniciais das demais unidades experimentais. Os 25 animais restantes foram aleatoriamente distribuídos, cinco repetições, nos tratamentos manutenção, 17; 34; 51 e 68% de concentrado na ração. Os animais do grupo manutenção receberam a mesma proporção dos ingredientes fornecidos no período de adaptação, porém a alimentação fornecida foi restrita a 1,2% do PC ao dia.

O concentrado foi composto por milho moído, farelo de soja, suplemento mineral, calcário e bicarbonato de sódio; enquanto o volumoso foi composto por feno de capim Tifton 85 (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) corrigido para proteína bruta com a mistura de ureia com sulfato de amônio (proporção 9:1), conforme Tabela 1 com o objetivo de tornar as dietas isoprotéicas e na Tabela 2 se encontra a composição química bromatológica das rações experimentais utilizadas.

O arraçoamento foi realizado duas vezes ao dia (às 8h e 16h), ajustado a cada dois dias, permitindo sobras de 10% da quantidade fornecida, objetivando consumo *ad libitum*, exceto o grupo manutenção, que teve alimentação restrita.

A água esteve permanentemente à disposição dos animais. As quantidades de ração fornecida e das sobras foram registradas diariamente para obtenção do consumo. Semanalmente foram coletadas amostras do volumoso, dos constituintes separados do concentrado e das sobras por animal. As amostras semanais foram pré-secas e, posteriormente, agrupadas de forma proporcional, constituindo-se uma amostra composta para posterior análises laboratoriais.

**Tabela 1** Proporção dos ingredientes do volumoso e concentrado utilizados nas dietas experimentais

Ingrediente (% da MS)	Concentrado	Volumoso	
Milho em grão moído	83,30	-	
Farelo de soja	11,50	-	
Núcleo mineral*	3,00	-	
Calcário	1,20	-	
Bicarbonato de sódio	1,00	-	
Ureia**	-	1,33**	
Sulfato de amônio	-	0,15	
Feno de Tifton 85	-	98,52	
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	
Composição dos ingredientes	Milho	Soja	Feno
Matéria seca	815,8	823,4	837,2
Proteína bruta	88,7	470,5	97,2
Fibra em detergente neutro	119,9	134,6	708,8

\* Fosbovi<sup>®</sup> Pronto – Níveis de garantia por quilograma do produto: Ca: 55 g; P: 45 g; S: 4120 mg; Na = 152 g; Co: 38,9 mg; Cu: 1050 mg; Fe: 1300 mg; I: 50,25 mg; Mn: 1000 mg; Se: 9 mg; Zn: 2520 mg; F: 450 mg. \*\* Ingrediente utilizado para ajustar a proteína bruta do volumoso mantendo as dietas isonitrogenadas. MN: matéria natural; MS: matéria seca.

**Tabela 2** Composição química bromatológica (g/kg da matéria seca) das rações experimentais

Composição	Mantença	Nível de concentrado (%)			
		17	34	51	68
Matéria Seca (% MN)	830,9	836,4	834,3	832,2	830,2
Matéria Orgânica *	924,4	922,4	923,9	925,3	926,7
Proteína Bruta *	132,8	134,7	133,3	132,0	130,6
Extrato Etéreo *	25,1	22,0	24,3	26,5	28,8
Fibra em Detergente Neutro* <sup>1</sup>	465,1	599,2	500,1	401,0	301,9
Fibra em Detergente Ácido* <sup>1</sup>	233,5	311,8	253,9	196,0	138,1
Carboidratos Não Fibrosos*	282,5	189,8	287,1	384,5	481,8
Nutrientes Digestíveis Totais* <sup>2</sup>	655,4	599,2	584,7	596,6	663,6
Cálcio*	5,2	4,9	5,3	5,8	6,2
Fósforo*	3,1	2,1	2,5	2,9	3,3

\*(g/kg da MS), <sup>1</sup>corrigido para cinzas e proteína, <sup>2</sup>Bezerra et al. (2016).

O experimento teve duração de 112 dias, divididos em quatro períodos de 28 dias. Ao final de cada período, todos os animais foram pesados para acompanhamento do desempenho animal, ressaltando-se que na primeira e última pesagem, os animais foram previamente submetidos a jejum de sólidos por 16 horas.



Após o período experimental, os animais foram abatidos em abatedouro comercial em Maceió – AL, cujos procedimentos seguiram as recomendações da Instrução Normativa N° 3 de 17/01/2000, que dispõe a normalização para abate humanitário dos animais em abatedouros (MAPA, 2000). A insensibilização foi efetuada pelo método mecânico do tipo percussivo penetrativo, por meio da utilização de pistola pneumática com dardo cativo conforme Resolução 714 de 2002 do Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV). A insensibilização foi seguida imediatamente pela sangria por meio da secção da jugular e carótida.

Durante a sangria o sangue foi recolhido em recipiente previamente tarado e pesado. Em seguida foram procedidas a esfolação e evisceração e retirada da cabeça (secção a articulação atlanto occipital), membros (secção nas articulações carpo e tarsometatarsianas) e cauda. Os componentes do trato gastrointestinal – TGI (rúmen/retículo, omaso, abomaso, intestinos delgado e grosso), após esvaziados e lavados, foram pesados e os registros somados aos pesos do coração, esôfago, traqueia, carne industrial, pulmões, fígado, língua, baço, gordura, aparas, aparelho reprodutor, rins, couro, membros, cabeça, cauda, pâncreas, sangue e carcaça para obtenção do peso do corpo vazio (PCVZ).

O TGI juntamente com gordura interna, fígado, coração, rins, pulmões, língua, baço, pâncreas, carne industrial e aparas, esôfago, traqueia e aparelho reprodutor, foram triturados em um moinho industrial por 20 minutos para retirada de uma amostra composta de órgãos e vísceras.

O couro da cabeça e das patas de cada animal foi retirado e somado ao peso do couro retirado na esfolação. Amostras foram retiradas de várias regiões do couro e cortadas manualmente para amostragem. A cauda, cabeça e patas completas de cada animal foram trituradas em moedor de osso para retirada de uma amostra composta de cauda, cabeça e membros. As amostras de sangue, assim como as amostras de couro, órgãos e vísceras, e de cauda, cabeça e membros foram acondicionadas em placas de petri e liofilizadas conforme método INCT-CA.G-002/1 (Detmann et al., 2012).

A carcaça de cada animal foi dividida em duas meias carcaças, as quais foram identificadas, pesadas, e, em seguida, resfriadas em câmara fria a 4 °C, durante 24 horas. Decorrido este tempo, as meias carcaças foram retiradas da câmara fria, e pesadas. Em seguida, realizou-se a dissecação completa da meia-carcaça esquerda. Os ossos separadamente, e carne e gordura foram moídos, amostrados e liofilizados. Todas as

amostras liofilizadas foram moídas em moinho de bola e, posteriormente, analisados, matéria seca, extrato etéreo e nitrogênio total, conforme Detmann et al. (2012).

Para conversão do PC em PCVZ e do ganho de peso corporal (GPC) em GPCVZ, foram calculadas as relações entre PCVZ (kg) e PC (kg), GPC (kg/dia) e GPCVZ (kg/dia) dos animais mantidos no experimento, que foram utilizadas para conversão das exigências em PCVZ ou GPCVZ em exigências para PC ou GPC, respectivamente.

A determinação da energia corporal foi obtida a partir dos teores corporais de proteína e gordura e seus respectivos equivalentes calóricos, conforme a equação preconizada pelo ARC (1980):

$$CE = 5,6405 X + 9,3929 Y$$

Em que: CE = conteúdo energético (Mcal); X = proteína corporal (kg); Y = gordura corporal (kg).

Os conteúdos de gordura, proteína e a concentração energética no corpo dos animais de cada tratamento e para todos em conjunto, em função do PCVZ, foram estimados por meio de equações não linear relacionando os conteúdos corporais de energia dos animais em desempenho e dos referência, conforme modelo:  $Y = \beta_0 * X^{\beta_1} + e$ , onde Y = conteúdo corporal de gordura (kg), proteína (kg) ou energia (Mcal); X = peso de corpo vazio (PCVZ, kg) e ' $\beta_0$ ' e ' $\beta_1$ ' = parâmetro de regressão da equação do conteúdo de gordura, proteína ou energia em função do PCVZ; e = erro aleatório.

Pela derivada das equações acima foram obtidos os requerimentos líquidos de proteína (Plg, g/GPCVZ) e energia (Elg, Mcal/GPCVZ) por quilo de ganho de peso de corpo vazio e o conteúdo de gordura no ganho de corpo vazio, conforme a equação:  $Y' = \beta_0 * \beta_1 * X^{\beta_1 - 1}$ . Em que Y' = conteúdo de gordura (kg/GPCVZ), requerimento líquido de proteína (g/GPCVZ) ou energia para ganho (Mcal/GPCVZ) e ' $\beta_0$ ' e ' $\beta_1$ ' = parâmetros da regressão; X = PCVZ (kg).

Para conversão do PC em PCVZ e do ganho de peso corporal (GPC) em GPCVZ foram calculadas as relações entre PCVZ e PC, GPC (kg/dia) e GPCVZ (kg/dia) dos animais mantidos no experimento, que foram utilizadas para conversão das exigências de GPCVZ em exigências para GPC.

Foram ajustadas equações de regressão entre energia retida (Mcal/dia) em função do GPCVZ (kg/dia) e PCVZ<sub>equivalente</sub> metabólico (PCVZ<sub>eq</sub><sup>0,75</sup>) dos animais em desempenho para estimativa da ELg em qualquer faixa de ganho de peso diário. Para isso, adotou-se o método de modelos não lineares (procedimento PROC NLIN do SAS,

2000), utilizando-se algoritmo iterativo de Gauss-Newton:  $ER = \beta_2 \times PCVZ_{eq}^{0,75} + GPCVZ^{\beta_1}$ ; Onde, ER = energia retida (Mcal/dia) e  $\beta_2$  e  $\beta_1$  são parâmetros da regressão.  $PCVZ_{eq} = (PCVZ/PCVZ_{mant}) * PCVZ_{ref}$ ; em que  $PCVZ_{mant}$  = peso do corpo vazio a maturidade (kg) e  $PCVZ_{ref}$  = peso do corpo vazio referência para animais zebuínos não castrados = 517, segundo Valadares Filho et al. (2016).

A eficiência do uso de energia metabolizável para ganho de peso ( $k_g$ ) foi calculada a partir da relação entre a energia retida (ER, Mcal/kg  $PCVZ^{0,75}$ ) e o consumo de energia metabolizável (CEM, Mcal/kg  $PCVZ^{0,75}$ ), conforme modelo:  $ER = \beta_0 + \beta_1 * CEM$ ; onde,  $\beta_1$  é eficiência do uso de energia metabolizável para ganho de peso ( $k_g$ ). Ao se igualar a ER da equação a zero foi obtido o consumo de energia metabolizável onde a retenção de energia é nula, o que representa, assim, as exigências de energia metabolizável para manutenção (EMm). Esta foi obtida pela razão entre os coeficientes  $\beta_0$  e  $\beta_1$  da equação acima ( $EMm = \beta_0 / \beta_1$ ).

Os parâmetros  $\beta_0$  e  $\beta_1$  apresentados foram estimados pelo método da regressão ortogonal de Fuller (1987), que considera que ambas as variáveis (ER e CEM) do modelo possuem erros aleatórios associados a elas. Os parâmetros da equação foram obtidos da seguinte forma:  $\beta_0 = \bar{Y} - \beta_1 \bar{X}$ ;  $\beta_1 = (\sigma_y^2 - \sigma_x^2 + ((\sigma_y^2 - \sigma_x^2)^2 + 4\sigma_{xy}^2)^{0,5}) / 2\sigma_{xy}$ ; onde  $\bar{X}$  = média do consumo de energia metabolizável,  $\bar{Y}$  = média da energia retida,  $\sigma_x^2$  = variância de X;  $\sigma_y^2$  = variância de Y e  $\sigma_{xy}$  = covariância entre X e Y.

O cálculo dos requerimentos de energia líquida para manutenção (produção de calor em jejum) que equivale ao coeficiente  $\beta_0$  da equação de regressão exponencial entre a produção de calor (PC, Mcal/kg  $PCVZ^{0,75}$ ) e o consumo de energia metabolizável (CEM, Mcal/kg  $PCVZ^{0,75}$ ), foi realizado de acordo com Ferrell e Jenkins (1998):  $PC = \beta_0 * e^{\beta_1 * CEM}$ ;  $\beta_0$  = intercepto (ELm); e = número de Euler ( $\approx 2,7183$ );  $X = CEM$  (Kcal/ $PCVZ^{0,75}$ ). Outra forma de estimar a EMm é pelo método iterativo, o ponto em que CEM e PC se igualam.

A partir da relação entre a exigência líquida e metabolizável de energia para manutenção, geradas por este modelo, obteve-se a eficiência de utilização da energia para manutenção ( $k_m$ ).

Para cálculo dos requerimentos líquidos de proteína para ganho de peso, em qualquer faixa de ganho, foi ajustado o modelo que estima a proteína retida dos animais em desempenho em função do GPCVZ e da ER, conforme equação abaixo:

$$PR = \beta_0 \times GPCVZ + \beta_1 \times ER$$

Onde PR = proteína retida (g/dia), GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia), ER = energia retida (Mcal/dia) e  $\beta_0$  e  $\beta_1$  são parâmetros da regressão.

Para desenvolver a equação, adotou-se o método de modelos não lineares, utilizando-se algoritmo iterativo de Gauss-Newton (procedimento PROC NLIN do programa SAS 9.2).

A exigência de proteína metabolizável para manutenção (PMm) foi calculada de acordo com o BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2016), onde obteve-se a regressão do consumo de proteína metabolizável ( $CP_{met}$ , g/dia) em função do GPCVZ (kg/dia) dos animais em desempenho e manutenção:

$$CP_{met} = \beta_0 + \beta_1 * GPCVZ$$

Onde  $CP_{met}$  = consumo de proteína metabolizável (g/dia), GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia) e  $\beta_0$  e  $\beta_1$  são parâmetros da regressão.

A divisão do intercepto dessa regressão pelo peso de corpo vazio metabólico médio dos animais em desempenho e manutenção permitiu estimar os requerimentos de proteína metabolizável para manutenção ( $PMm$ , g/PCVZ<sup>0,75</sup>) =  $\beta_0/PCVZ^{0,75}$ ; posteriormente converteu-se esse valor para peso corporal em jejum (g/PCJ<sup>0,75</sup>), segundo BCNRM (2016).

De forma alternativa e utilizando o mesmo grupo de animais, a proteína retida foi plotada em função do consumo de proteína metabolizável, conforme o modelo:

$$PR = \beta_0 + \beta_1 * CP_{met}$$

Onde, PR = proteína retida (g/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia),  $CP_{met}$  = consumo de proteína metabolizável (g/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia);  $\beta_0$  e  $\beta_1$  = parâmetros da regressão, sendo que  $\beta_1$  é a eficiência do uso de proteína metabolizável para ganho.

Os coeficientes  $\beta_0$  e  $\beta_1$  dos dois últimos modelos apresentados foram estimados pelo método da regressão ortogonal de Fuller (1987), que considera que ambas as variáveis do modelo possuem erros aleatórios associados a elas. Os parâmetros da equação foram obtidos da seguinte forma:  $\beta_0 = \bar{Y} - \beta_1 \bar{X}$ ;

$$\beta_1 = (\sigma_y^2 - \sigma_x^2 + ((\sigma_y^2 - \sigma_x^2)^2 + 4\sigma_{xy}^2)^{0,5}) / 2\sigma_{xy}$$

Onde X = média do consumo de energia metabolizável, Y = média da energia retida,  $\sigma_x^2$  = variância de X;  $\sigma_y^2$  = variância de Y e  $\sigma_{xy}$  = covariância entre X e Y.

Para estimativa das exigências de proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradável no rúmen (PNDR) em condições brasileiras, utilizou-se a seguinte fórmula:  $PBmic = -53,07 + 304,9 * CPB + 90,8 * CNDT - 3,13 * CNDT^2$  e desconsiderou-se a eficiência de conversão de nitrogênio degradado no rúmen para

nitrogênio microbiano de 1,11, ou seja, as exigências de PDR foram consideradas igual a síntese de PB<sub>mic</sub> (PDR= PB<sub>mic</sub>), de acordo com Valadares Filho et al. (2016).

A PNDR foi obtida pela equação:  $PNDR = [(PM - (PB_{mic} * 0,64)] / 0,80$  em que PM é a exigência total de proteína metabolizável (Valadares Filho et al., 2016). A PB foi estimada pela soma entre a PDR e PNDR. Para estimativa da exigência da PB em porcentagem da matéria seca, estimou-se o CMS em função do PC e GPC diário (kg/dia) dos animais em desempenho, similarmente ao modelo adotado por Valadares Filho et al. (2016).

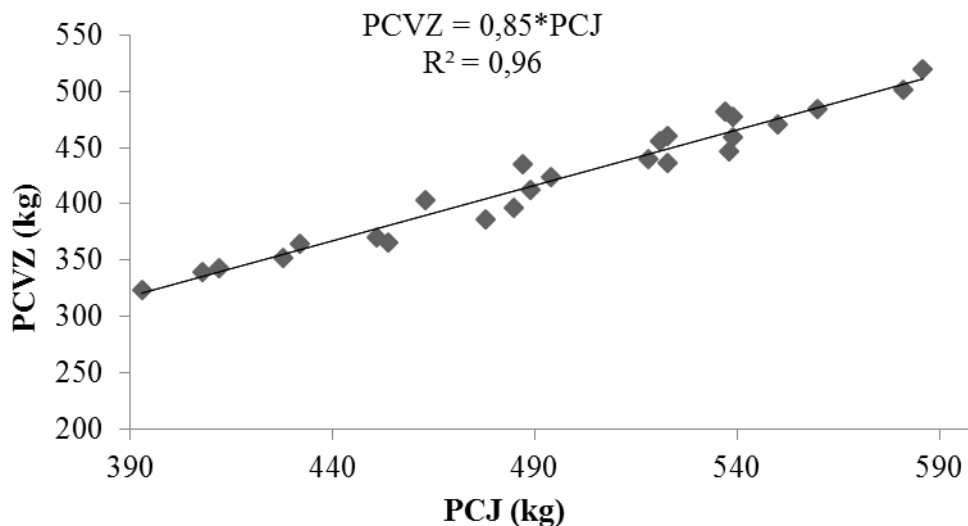
Utilizou-se o programa estatístico Statistical Analysis Systems (SAS, 2000) para análise estatística dos dados.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A relação entre o PCVZ e peso do corpo em jejum (PCj) dos animais confinados foi:  $PCVZ = 0,85 * PCj$ . A relação de 0,85 significa que um quilo de PCj equivale a 0,85 kg de PCVZ. Este valor (0,85) está dentro da faixa de variação reportada pelo BCNRC (2016) de 85 a 95%. No entanto, abaixo do encontrado por Valadares Filho et al. (2010) que encontraram o valor de 0,89; enquanto que em Valadares Filho et al. (2016) essa relação caiu para 0,81, bem abaixo do encontrado no presente trabalho para bovinos zebuínos machos não castrados em confinamento (Figura 1).

Essas diferenças de fatores de conversão dessas variáveis podem ser explicadas pela proporção do conteúdo do trato gastrointestinal (TGI), pois animais taurinos ou cruzados com taurinos de corte tem maior desenvolvimento do TGI em relação a zebuínos, o que lhes confere menor valor de conversão.

Segundo Owens et al. (1995), maior precisão na estimativa da composição corporal é obtida quando calculada a partir do PCVZ. Desta forma, esse índice é imprescindível para cálculos de requerimentos nutricionais, por minimizar efeitos do conteúdo do trato gastrointestinal; conforme se observou, a média (0,85) do presente trabalho se manteve praticamente sem alterações ao longo da reta, o que permite calcular as exigências nutricionais em condições práticas de manejo alimentar a partir da relação PCVZ: PCj.

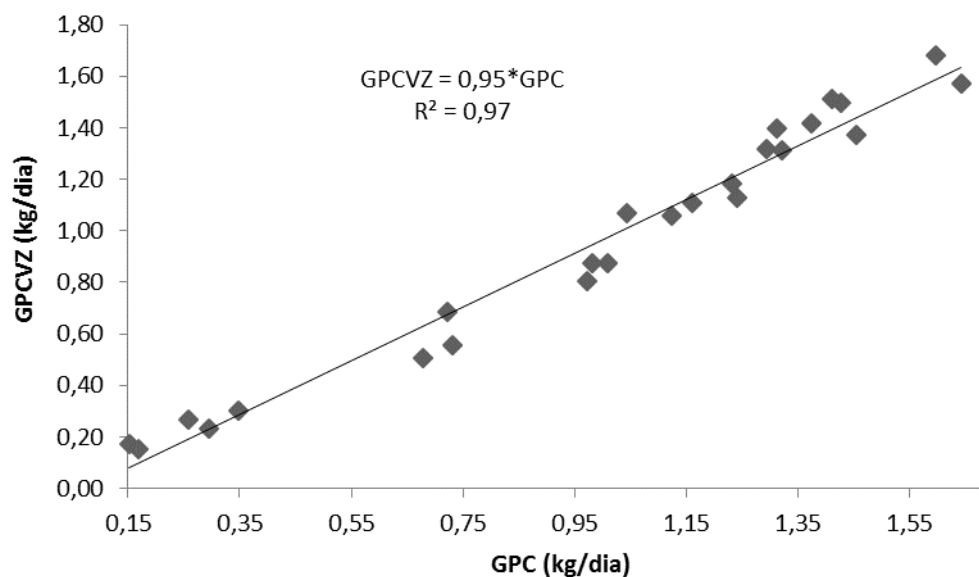


**Figura 1** Relação entre o peso corporal em jejum (PCj) e o peso de corpo vazio (PCVZ) de bovinos Nelore.

Para conversão da exigência do ganho de peso do corpo vazio em ganho de peso corporal, a equação gerada foi:  $GPCVZ, \text{ kg/dia} = 0,95 * GPC, \text{ kg/dia}$ ; assim um ganho médio diário de um quilo de PCj corresponde a 0,95 kg de ganho em PCVZ (Figura 2).

De acordo com Valadares Filho et al. (2016), o GPCVZ é considerado o acúmulo real de peso corporal obtido durante determinado período de avaliação dividido pelo período de avaliação (dias), essa variável é procedente e importante nos cálculos de requerimentos nutricionais por desconsiderar a ingestão dos alimentos.

Para a conversão do GPCVZ em GPC, Marcondes et al. (2011) encontraram valor de 0,92; já Costa e Silva et al. (2012) encontraram valor acima de 1,01 para bovinos Nelore. Valadares Filho et al. (2016) recomenda valor de 0,96 para bovinos Nelore criados em confinamento, em consonância com o obtido no presente trabalho.



**Figura 2** Relação entre o ganho de peso corporal (GPC) e o ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) de bovinos Nelore.

O valor de 0,95 está aproximado ao fixado pelo NRC (2000), Chizzotti et al. (2008) e Neves et al. 2016 de 0,95; 0,96 e 0,95, respectivamente; no entanto, superior ao encontrado por Moraes et al. (2009) e Rocha et al. (2012) que adotaram o valor de 0,90 para conversão das exigências em GPCVZ para GPC em animais anelardos.

Acerca do conteúdo de energia corporal, obteve-se a equação para todos os tratamentos em conjunto, em que:  $CE \text{ (Mcal)} = 0,2995 * PCVZ^{1,3695}$ . Observou-se que a medida que o PCVZ se elevou, houve aumento do conteúdo de energia corporal (Tabela 3).

**Tabela 3** Conteúdos de energia corporal ( $CE_c$ ) em diferentes pesos e nível de concentrado e em conjunto (CONJ)

PC (kg)	PCVZ (kg)	Níveis de concentrado (%)				CONJ
		17	34	51	68	
		Energia (Mcal/kg PCVZ)				
300	254,91	2,49	2,44	2,37	2,37	2,31
350	297,39	2,52	2,51	2,52	2,51	2,45
400	339,88	2,54	2,58	2,64	2,65	2,57
450	382,36	2,55	2,64	2,76	2,77	2,68

PC = peso corporal; PCVZ (peso do corpo vazio) =  $0,85 * PC$ ;  $CE_c$  (17%) =  $(1,767 * PCVZ^{1,062}) / PCVZ$ ;  $CE_c$  (34%) =  $(0,847 * PCVZ^{1,191}) / PCVZ$ ;  $CE_c$  (51%) =  $(0,299 * PCVZ^{1,374}) / PCVZ$ ;  $CE_c$  (68%) =  $(0,268 * PCVZ^{1,393}) / PCVZ$ ;  $CE_c$  (CONJ) =  $(0,299 * PCVZ^{1,369}) / PCVZ$ .

A partir da derivação desta equação, obtêm-se para diversos pesos corporais a exigência de energia líquida por quilo de ganho de peso do corpo vazio, conforme a equação:  $ELg \text{ (Mcal/kg GPCVZ)} = 0,299 * 1,369 * PCVZ^{0,369}$  (Tabela 4).

**Tabela 4** Exigência líquida de energia para ganho ( $EL_g$ ) em diferentes pesos e nível de concentrado e em conjunto (CONJ)

PC (kg)	PCVZ (kg)	Níveis de concentrado (%)				CONJ
		17	34	51	68	
$EL_g$ (Mcal/kg GPCVZ)						
300	254,91	2,65	2,91	3,26	3,29	3,16
350	297,39	2,67	2,99	3,46	3,50	3,35
400	339,88	2,69	3,07	3,63	3,69	3,52
450	382,36	2,71	3,14	3,80	3,86	3,67

PC = peso corporal; PCVZ (peso do corpo vazio) =  $0,85 \cdot PC$ ;  $EL_g$  (17%) =  $(1,767 \cdot 1,062 \cdot PCVZ^{0,062})$ ;  $EL_g$  (34%) =  $(0,847 \cdot 1,191 \cdot PCVZ^{0,191})$ ;  $EL_g$  (51%) =  $(0,299 \cdot 1,374 \cdot PCVZ^{0,374})$ ;  $EL_g$  (68%) =  $(0,268 \cdot 1,393 \cdot PCVZ^{0,393})$ ;  $EL_g$  (CONJ) =  $(0,299 \cdot 1,369 \cdot PCVZ^{0,369})$

Segundo Garrett et al. (1959), a energia líquida está em função dos constituintes proteína e gordura depositados no corpo; assim, observou-se aumento da  $EL_g$  e da quantidade de energia e gordura depositada no corpo vazio à medida que aumentou o peso corporal dos animais; comportamento similar foi observado em outros trabalhos (Véras et al., 2000; Paulino et al., 2004; Valadares Filho et al., 2010; Souza et al., 2012 e Jolomba, 2015).

Isto ocorreu, provavelmente, por maior deposição de gordura, que possui maior valor energético (9,39 Mcal), aumentando a exigência de energia no ganho, haja vista, ao atingir a maturidade fisiológica há uma diminuição na deposição de proteína em função do aumento do peso corporal, com diminuição da energia na forma de proteína que possui menor valor energético (5,64 Mcal).

Alternativamente, com vistas a estimar a  $EL_g$  para qualquer faixa de peso, o NRC (2000) sugeriu ajustar a regressão da ER em função do peso de corpo vazio metabólico ( $PCVZ^{0,75}$ ) e do GPCVZ dos animais em desempenho, obtendo-se a equação:  $ER = 0,0430 \cdot PCVZ^{0,75} \cdot GPCVZ^{1,3595}$ . Em que: ER (Mcal/dia) = energia retida ou exigência de energia líquida para ganho;  $PCVZ^{0,75}$  (kg) = peso de corpo vazio metabólico; GPCVZ (kg/dia) = ganho de peso de corpo vazio. Salienta-se que o GPCVZ está elevado a um coeficiente superior a um, isto está relacionado ao ganho médio diário (GMD) dos animais, ou seja, caso o GMD observado for maior que 1 kg/dia, o coeficiente do GPCVZ resultará no mesmo comportamento, aumentando a retenção de energia à medida que o animal cresce.

A equação reportada pelo NRC (2000) foi:  $EL_g = 0,0635 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,097}$ , gerada a partir de taurinos castrados. Em contraposto, Chizzotti et al.



(2008) e Valadares Filho et al. (2006), sugeriram as equações  $ELg = 0,0514 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,070}$  e  $ELg = 0,0529 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,097}$ , respectivamente, para zebuínos machos não castrados em condições brasileiras.

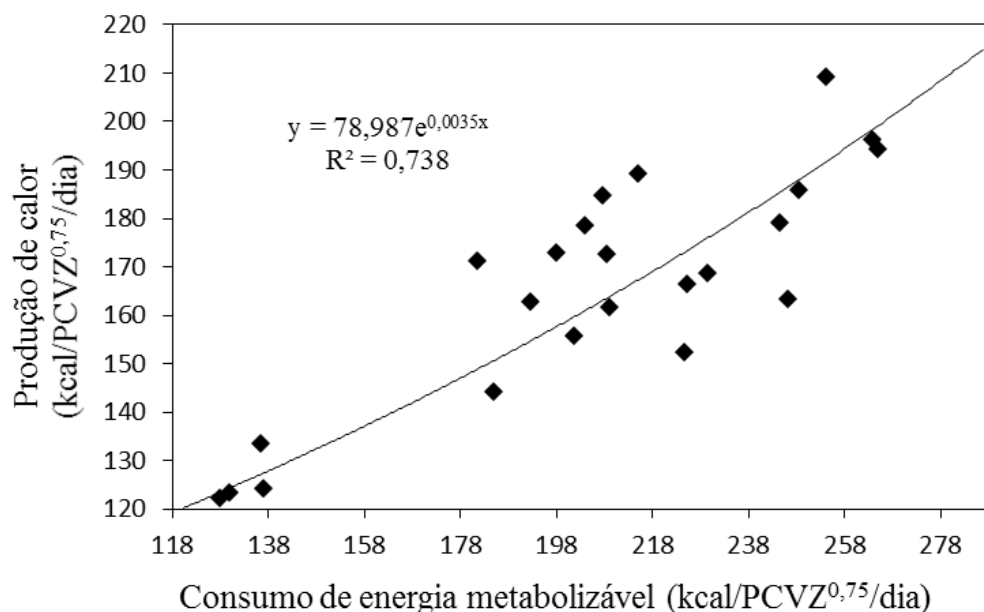
Rotta et al. (2013), trabalhando com machos não castrados (zebu x holandês), recomendaram a equação  $ELg = 0,0493 \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,0013}$ , com intercepto da equação apresentando valores próximos ao encontrado pelo presente trabalho, demonstrando coerência dos dados com a literatura brasileira.

Comparando-se com os dados de pesquisa mais antiga (Véras et al. 2001), a equação encontrada foi:  $ER = 0,044 * PCVZ^{0,75} * GPCVZ^{1,1578}$  para animais Nelore; observa-se que os valores pouco se diferenciam ao longo dos anos e essa tênue mudança se dá, provavelmente, a diferentes sistemas de criação, alimentação e condições sexuais; sendo necessário pequenos ajustes para essas variáveis. Vale ressaltar, que os valores encontrados por estes pesquisadores estão próximos aos obtidos no presente estudo, cujos tratamentos foram muito semelhantes.

De acordo com Marcondes et al. (2016), diferenças no peso a maturidade de animais com diferentes grupos genéticos resulta em diferentes concentrações de energia no ganho e podem alterar a energia líquida para ganho.

Considerando-se um bovino pesando 350 kg de PC, com GMD de 1 kg,  $PCVZ = 0,85 * PCJ$  e  $GPCVZ = 0,95 * GMD$ , estimou-se com a equação obtida neste estudo ( $ELg = 0,0430 * PCVZ^{0,75} * GPCVZ^{1,3595}$ ) a  $ELg$  de 3,24 Mcal/dia; substituindo esses valores nas equações de NRC (2000), Valadares Filho et al. (2006) e Rotta et al. (2013), obtêm-se respectivamente 4,31; 3,58 e 3,35 Mcal/dia; valores superiores ao encontrado pelo presente trabalho. Observa-se que o NRC (2000) superestima os valores preditos de  $ELg$ . Porém, fazendo ajustes recomendados por este comitê de 20% a menos na  $ELg$  para animais não castrados e de 14% sugerido por Valadares Filho et al. (2016), obtêm-se 2,79 e 2,59 Mcal/dia, respectivamente, evidenciando as diferenças aos valores estimados pelas equações.

Pela relação exponencial da produção de calor ( $Pcal$ , kcal/ $PCVZ^{0,75}$ /dia), em função do consumo de energia metabolizável ( $CEM$ , kcal/ $PCVZ^{0,75}$ /dia) dos animais do grupo de manutenção mais os animais do desempenho, foi obtida a equação:  $Pcal = 78,987 * e^{0,0035 * CEM}$  (Figura 3).



**Figura 3.** Relação entre a produção de calor e o consumo de energia metabolizável de bovinos Nelore.

A partir do intercepto desta equação, encontrou-se o requerimento de energia líquida para manutenção de 78,99 kcal/kgPCVZ<sup>0,75</sup>/dia. O NRC (2000) preconiza o valor de 88,55 (77+15%) kcal/kg PCVZ<sup>0,75</sup>/dia como requerimento líquido de energia para manutenção para animais não castrados, sendo o valor encontrado neste estudo abaixo do proposto pelo referido sistema. Por outro lado, a ELM de 78,99 kcal/kgPCVZ<sup>0,75</sup>/dia foi próxima a recomendada por Valadares Filho et al. (2016), que foi de 75 kcal/kgPCVZ<sup>0,75</sup>/dia para animais confinados. Valores próximos foram encontrados por Marcondes et al. (2011), trabalhando com animais cruzados e Nelore e Costa e Silva et al. (2012), trabalhando com animais Nelore confinados (75,8 e 76,5 kcal/kgPCVZ<sup>0,75</sup>/dia, respectivamente).

Segundo Ferrell e Jenkins (1984), as exigências de manutenção são influenciadas pela raça, sexo, idade, composição corporal e nível nutricional em que os animais são submetidos. Desta forma, é necessário considerar esses fatores a fim de minimizar erros nas estimativas, escolhendo assim um modelo mais representativo e adequado.

A exigência de energia metabolizável para manutenção (EMm) foi estimada por meio da equação exponencial entre Pcal e o CEM (Figura 3), por processo iterativo, que representa o ponto em que o CEM e a Pcal se iguaram, encontrou-se a EMm de 116 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia. Valadares Filho et al. (2010) encontraram valor de 112,4 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia de EMm para bovinos Nelore confinados, valor abaixo do encontrado

neste trabalho. Já em Valadares Filho et al. (2016) encontraram-se para bovinos Nelore confinados, um valor mais próximo do obtido no presente trabalho (118 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia).

Exigência de EMM obtida no presente trabalho (116 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia) está próxima da encontrada por Marcondes et al. (2011) para Nelore e mestiços castrados (112,82 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia) e por Costa e Silva et al. (2012) para bovinos Nelore machos não castrados (113,84 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia), porém, acima do encontrado por Prados et al. (2015) para mestiços ¾ Zebu x ¼ Holandês confinados (90,1 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia) e por Souza et al. (2012), para fêmeas Nelore (99,22 kcal/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia). Evidenciando que, possivelmente, essas diferenças devem-se ao grupo genético e a condição sexual dos animais utilizados.

O grande desafio é a determinação dos fatores que afetam as exigências de EMM e podem causar essas diferenças nas exigências, principalmente pela complexidade nas alterações fisiológicas e metabólicas para maior entendimento.

A eficiência do uso da energia metabolizável para manutenção ( $k_m$ ), de 68,1%, foi estimada pela relação entre as exigências de energia líquida e metabolizável para manutenção (Elm/Emm). Este valor está em concordância com a encontrada por Marcondes et al. (2011) para machos Nelore e seus cruzados, não castrados confinados, de 67%.

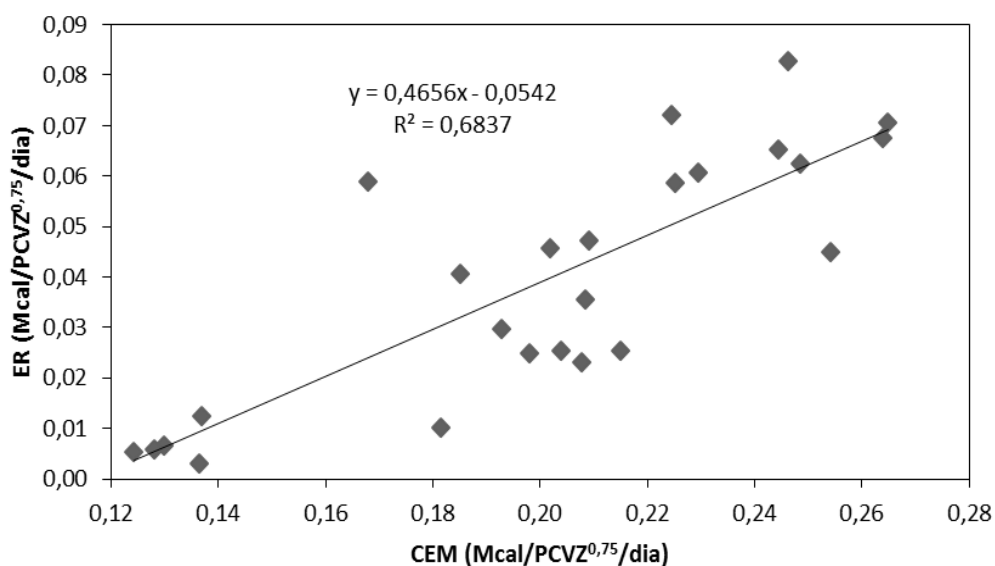
Por outro lado, o NRC (2000) e Valadares Filho et al. (2006) sugeriram uma  $k_m$  de 65 e 63%, respectivamente. Já Valadares Filho et al. (2010) recomendaram  $k_m$  de 68% para animais zebuínos com PC de 450 e GMD de 1 kg utilizando a equação:  $km = [(0,513+0,173*kg+0,100*GPCVZ) * 1]$ ;  $kg$  = eficiência de utilização de energia metabolizável para ganho; valor semelhante ao encontrado pelo presente trabalho.

Valadares Filho et al. (2016) mantiveram a equação; no entanto, encontraram o valor de 69% para zebuínos, pois o modelo sugerido pelos autores é coerente com a afirmação de Garrett (1980), o qual observou que a  $km$  pode ser afetada pela composição do ganho e plano nutricional, além de outros fatores como sexo, raça, idade, ambiente, sistema de criação e concentração de energia metabolizável da dieta (CSIRO, 2007; NRC, 2000), o que pode justificar essas diferenças encontradas para eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção.

Zanetti et al. (2016) trabalharam com bovinos mestiços, encontraram o  $k_m$ , de 64,4%, abaixo do estimado pelo presente trabalho. Essas diferenças podem estar relacionadas à concentração de EM da dieta, que é influenciada pela composição dos

alimentos, consequentemente influenciando a eficiência de utilização. Além disso, ambiente e atividades podem alterar a eficiência do uso da energia metabolizável (Mello et al., 2015).

Utilizando o coeficiente de inclinação da equação de regressão linear entre a ER e o CEM (Figura 4), encontrou-se a eficiência de utilização de energia metabolizável para ganho ( $k_g$ ), que foi de 46,56%. O ARC (1980) sugere um  $k_g$ , entre 50 e 59%, acima do resultado obtido neste trabalho. Por outro lado, valores próximos ao entrado na presente pesquisa foram obtidos por Tedeschi et al. (2002) e Valadares Filho et al. (2006), de 45,9 e 47%, respectivamente. Já Marcondes et al. (2011) relataram valor de 41%, menor do encontrado neste trabalho.



**Figura 4.** Relação entre a energia retira (ER) e o consumo de energia metabolizável (CEM).

A partir dos resultados obtidos, estimaram-se as exigências energéticas de bovinos Nelore machos não castrados, com diferentes PC e GMD (Tabela 5).

**Tabela 5.** Exigências totais (manutenção e ganho) de energia líquida, energia metabolizável e nutrientes digestíveis totais de bovinos Nelore com diferentes pesos corporais (PC) e ganhos médios diários (GMD) de 0,5; 1,0 e 1,5 kg/dia

Ganho de Peso (kg/dia)	Peso corporal (kg)			
	350	400	450	500
Exigência Líquida de Energia (Mcal/dia)				
Mantença	6,39	7,06	7,72	8,35
0,50	1,10	1,22	1,33	1,44
1,00	2,90	3,21	3,50	3,79
1,50	5,10	5,64	6,16	6,67
Exigência de Energia Metabolizável (Mcal/dia)				
Mantença	9,40	10,39	11,35	12,28
0,5	2,38	2,63	2,87	3,10
1,0	6,24	6,89	7,53	8,15
1,5	10,97	12,13	13,25	14,34
Exigência de Energia Metabolizável Total (Mcal/dia)				
0,5	11,77	13,02	14,22	15,38
1,0	15,64	17,28	18,88	20,43
1,5	20,37	22,52	24,60	26,62
Exigência de Nutrientes Digestíveis (kg/dia)				
Mantença	2,82	3,10	3,38	3,65
0,5	1,03	1,14	1,24	1,34
1,0	2,05	2,26	2,46	2,65
1,5	3,25	3,58	3,89	4,20
Exigência de Nutrientes Digestíveis Totais (kg/dia)				
0,5	3,85	4,24	4,62	4,99
1,0	4,87	5,36	5,84	6,30
1,5	6,07	6,68	7,27	7,85

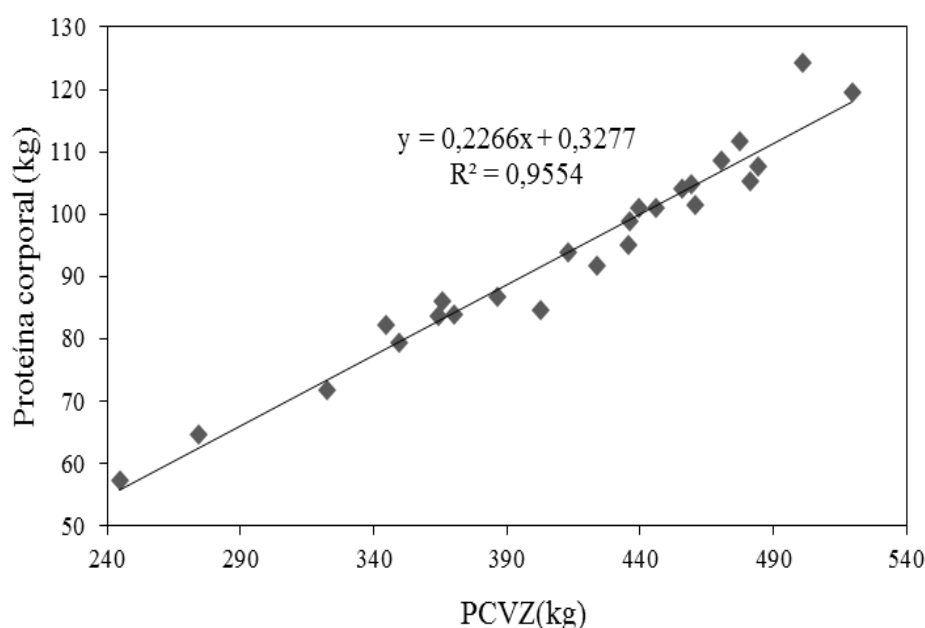
PCVZ (peso do corpo vazio) =  $0,85 \cdot PC$ ; GPCVZ (ganho de peso do corpo vazio) =  $0,95 \cdot GPC$ ; PCVZeq = peso do corpo vazio equivalente;  $PCVZ^{0,75}$  = peso do corpo vazio metabólico; CMS = consumo de matéria seca; Elm (energia líquida para manutenção) =  $78,99 \text{ kcal}/PCVZ^{0,75}$ ; EMm (energia metabolizável para manutenção) =  $116,13 \text{ kcal}/PCVZ^{0,75}$ ; km (ficiência de utilização da energia para manutenção) = 68,01%; kg (eficiência de utilização da energia para ganho) = 46,5%; ER (energia retida) =  $0,0430 \cdot PCVZeq^{0,75} \cdot GPCVZ^{1,3595}$ ; NDT e ED = estimado segundo BR CORTE (2016): NDT (nutrientes digestíveis totais) = (ED)/4,4; ED (energia digestível) =  $[(EMtotal / CMS) + 0,3032] / 0,9455 \cdot CMS$ .

Observou-se que em todas as formas expressas das exigências energéticas, os requerimentos aumentaram com o aumento do peso corporal. Este comportamento era esperado devido à exigência de energia acompanhar o crescimento animal, que se

caracteriza metabolicamente pela deposição de tecidos no corpo do animal, a partir da síntese e degradação de proteína e gordura.

As exigências energéticas estimadas neste trabalho, por meio dos modelos obtidos com os dados experimentais, foram menores que as encontradas por Valadares Filho et al. (2010) e Marcondes et al. (2010) para bovinos Nelore não castrados em confinamento; o que demonstra a necessidade de mais pesquisas voltadas para determinar as exigências nutricionais de bovinos, em todas as regiões do Brasil, a fim de contribuir com a elaboração da Tabela Nacional de Exigências Nutricionais de Bovinos de Corte.

O conteúdo de proteína corporal ( $Prot_c$ ) foi estimado pela equação:  $Prot_c$  (kg) =  $0,269*PCVZ^{0,971}$ . Observa-se que à medida que aumenta o peso corporal concomitantemente se eleva conteúdo de proteína corporal. (Figura 5).



**Figura 5** Conteúdo de proteína no corpo vazio em função de diferentes pesos do corpo vazio (PCVZ).

Na Tabela 6 está apresentada a quantidade de proteína (g/kg PCVZ) em função do peso corporal e aumento dos diferentes níveis de concentrado avaliados e em conjunto. Observou-se que a proteína corporal diminui à medida que o peso aumenta, corroborando com a observação de Rox (2013), que relatou esse mesmo comportamento ao comparar retenção de proteína em diferentes pesos em animais ruminantes em crescimento.

**Tabela 6** Conteúdo de proteína retida em diferentes pesos e níveis de concentrado e em conjunto (CONJ)

Peso corporal (kg)	Níveis de concentrado (%)				
	17	34	51	68	CONJ
	Proteína Corporal (g/kg PCVZ)				
300	232,93	232,64	231,68	229,83	229,07
350	230,82	230,42	228,98	229,37	228,05
400	229,01	228,52	226,67	228,98	227,17
450	227,42	226,86	224,65	228,63	226,39

PC = peso corporal; PCVZ (peso do corpo vazio) =  $0,85*PC$ ;  $Prot_c$  (17%) =  $(0,323*PCVZ^{0,941}) / PCVZ * 1000$ ;  $Prot_c$  (34%) =  $(0,338*PCVZ^{0,938}) / PCVZ * 1000$ ;  $Prot_c$  (51%) =  $(0,353*PCVZ^{0,924}) / PCVZ * 1000$ ;  $Prot_c$  (68%) =  $(0,247*PCVZ^{0,987}) / PCVZ * 1000$ ; \*  $Prot_c$  (CONJ) =  $(0,269*PCVZ^{0,971}) / PCVZ * 1000$ .

Após a derivação da equação conjunta da quantidade de proteína corporal, obteve-se a equação para estimar a exigência de proteína líquida por quilo de ganho de PCVZ (GPCVZ) para distintos pesos corporais:  $PLg = (0,2612*PCVZ^{-0,029}) * 1000$  (Tabela 7).

**Tabela 7** Exigências líquida de proteína para ganho (PLg) de animais de diferentes pesos corporais e em conjunto (CONJ)

Peso corporal (kg)	Níveis de concentrado (%)				
	17	34	51	68	CONJ
	PLg (g/kg GPCVZ)				
300	219,19	218,21	214,07	226,85	222,43
350	217,20	216,14	211,58	226,39	221,43
400	215,50	214,36	209,44	226,00	220,58
450	214,01	212,80	207,58	225,65	219,83

PC = peso corporal; PCVZ (peso do corpo vazio) =  $0,85*PC$ ; \* $PLg$  (17%) =  $0,3233*0,9416*PCVZ^{0,9416-1} * 1000$ ;  $PLg$  (34%) =  $0,3280*0,9387*PCVZ^{0,9387-1} * 1000$ ;  $PLg$  (51%) =  $0,3538*0,9246*PCVZ^{0,9246-1} * 1000$ ;  $PLg$  (68%) =  $0,2478*0,9879*PCVZ^{0,9879-1} * 1000$ ;  $PLg$  (CONJ) =  $0,2696*0,9171*PCVZ^{0,9171-1} * 1000$ .

Houve redução nas exigências líquidas de proteína para ganho com aumento do peso corporal dos animais. Observou-se redução de aproximadamente 2% na PLg com o aumento do peso corporal de 250 para 450 kg. Este resultado pode ser respaldado no trabalho de Tedeschi et al. (2013), os quais relataram que a proporção de proteína no

corpo vazio é inversamente proporcional à condição corporal, estado fisiológico e firmemente atrelado a fluxos de reservas corporais de gordura.

Esse mesmo comportamento foi observado por Goulart et al. (2008) com bovinos Nelore de 450 kg, terminados em confinamento, porém a PLg (153 g/kg GPCVZ) foi menor que a encontrada no presente trabalho (219,83 g/kg GPCVZ) para o mesmo peso.

Outras equações podem ser usadas para estimar a PLg, a partir do GPC (kg/dia) ou GPCVZ (kg/dia) e energia retida (ER, Mcal/dia), ou seja, nesta equação o ganho de proteína está relacionado com a energia retida. Com os dados deste experimento se obteve a equação:  $PLg = 131,8 * GPCVZ + 22,7843 * ER$ .

O modelo sugerido pelo NRC (2000) foi:  $PLg = GPC * [268 - 29,4 * (ER/GPC)]$ , Vêras et al. (2000) da mesma forma, encontraram a equação:  $PLg = 0,416 + 215,3456 * GPC - 14,135 * ER$ , para animais Nelore confinados.

Chizzotti et al. (2008) e Marcondes et al. (2010) seguiram o modelo proposto pelo NRC (2000), porém utilizando o GPCVZ no lugar do GPC, e sugeriram as equações:  $PLg = GPCVZ * (217 - 12,8 * ER/GPCVZ)$ ;  $PLg = GPCVZ * (140 - 0,70 * ER/GPCVZ)$ , respectivamente. Valadares Filho et al. (2010), por meio da compilação de dados de vários experimentos, obtiveram a equação:  $PLg = 238,79 * GPCVZ - 15,68 * ER$ , para animais da raça Nelore machos inteiros. Neves et al. (2016) encontraram a equação:  $PLg = 242,34 * GPCVZ - 23,09 * ER$ , para animais mestiços leiteiros.

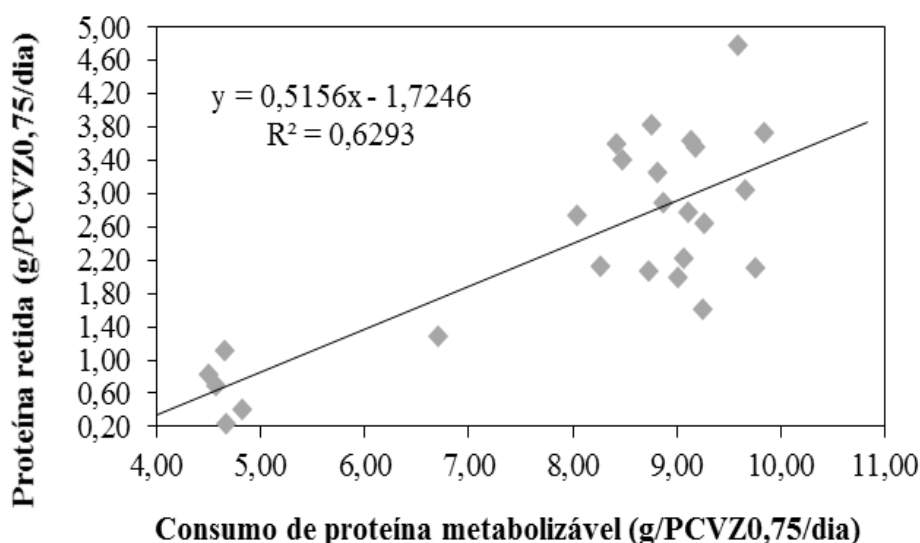
Considerando a ER de 3,35 Mcal/dia estimada para um bovino pesando 350 kg de peso corporal, GPC de 1 kg/dia, relação PCVZ/PC = 0,84 e GPCVZ/GPC = 0,95 e a equação de ER em função do PCVZ e GPCVZ ( $ER = 0,0430 * PCVZ^{0,75} * GPCVZ^{1,3595}$ ) obtida com os dados deste experimento, obteve-se PLg de 188,36 g/dia; substituindo esses mesmos valores nas equações de Valadares Filho et al. (2010) e NRC (2000), obteve-se a PLg (150,35 e 169,51 g/dia, respectivamente) abaixo do encontrado no presente experimento (188,36 g/dia).

Essas mudanças nas exigências de proteína podem ser associadas a diferenças quanto ao grupo genético dos animais experimentais utilizados, idade, composição corporal, nível nutricional, estado fisiológico e condições ambientais diferentes; o que torna um desafio estabelecer as exigências de proteína, devido à complexidade de fatores envolvidos. Assim, é imprescindível estudos condizentes com as condições de manejo e ambiental em condições tropicais, aumentando o banco de dados para a



elaboração de uma Tabela Nacional de Exigências Nutricionais de Bovinos de Corte mais abrangente (Valadares Filho et al. 2016; Marcondes et al. 2013); principalmente em regiões tropicais.

A partir da regressão entre a PR ( $\text{g/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$ ) e o  $\text{Cpmet}$  ( $\text{g/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$ ), foram obtidas as exigências de proteína líquida para manutenção (PLm) representadas pelo módulo do intercepto da equação ( $\beta_0$ ) e a eficiência de conversão de proteína líquida em metabolizável para ganho que é o coeficiente de inclinação ( $\beta_1$ ) (Figura 6).



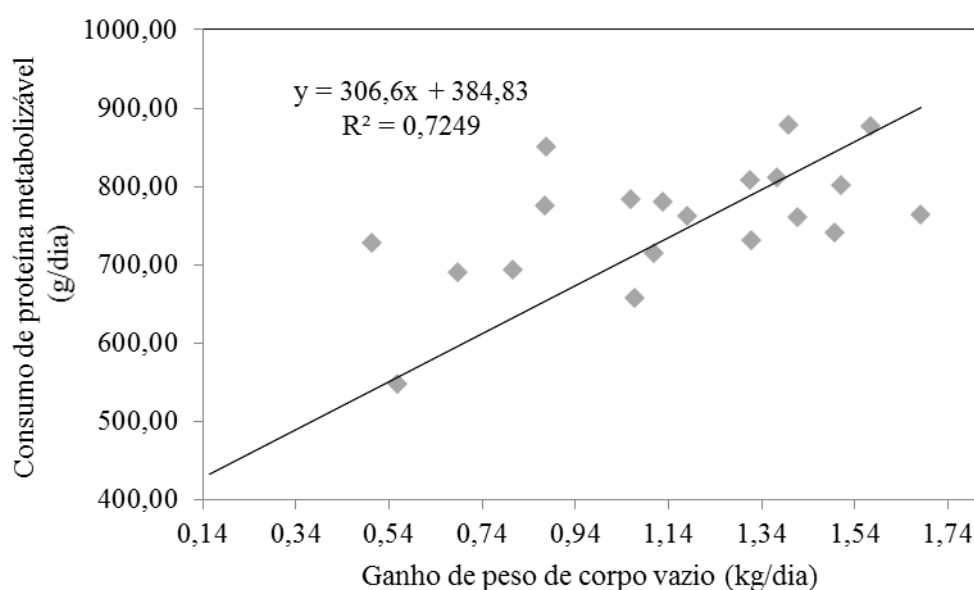
**Figura 6** Relação entre proteína retida e consumo de proteína metabolizável.

Assim, a PLm dos animais deste experimento foi de  $1,72 \text{ g/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$ ; e a eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho foi de 51,5%, este último valor, próximo ao reportado pelo NRC (2000), de 49,2%, para animais com peso corporal acima de 300 kg, e superior ao recomendado por Valadares Filho et al. (2010), de 46,9%; e Marcondes et al. (2010), de 37%. Essas variações são pertinentes, provavelmente, por diferenças no plano e qualidade nutricional adotado para formulações de rações. A qualidade dos alimentos bem como a fonte proteica e valor biológico da proteína microbiana afetam a eficiência de utilização da PMg (Souza et al., 2012).

Pela regressão entre o consumo de proteína metabolizável ( $\text{CP}_{\text{met}}$ , g/dia) e o GPCVZ (kg/dia) dos animais em desempenho e manutenção, obteve-se a equação:  $\text{CP}_{\text{met}} = 384,8 + 306,6 \cdot \text{GPCVZ}$  (Figura 7), ao dividir o intercepto dessa regressão pelo peso de

corpo vazio metabólico médio dos animais em desempenho e manutenção, obteve-se a PMm de 4,58 g/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia (384,83/83,96). Este valor está próximo ao encontrado por Zanetti et al. (2016), de 4,14 g/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia, para mestiços Holandês X Zebu, porém pouco acima dos valores fixados pelo NRC (2000), de 3,8 g/PC<sup>0,75</sup>/dia, para taurinos, e Valadares Filho et al. (2010), de 4,0 g/PC<sup>0,75</sup>/dia, para zebuínos.

Ao converter a PMm expressa em g/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia para g/PCJ<sup>0,75</sup>/dia, encontrou-se um valor de 4,81 g/PCJ<sup>0,75</sup>/dia) bem acima do reportado pelo BCNRM (2016) e Valadares Filho et al. (2016) de 3,96 e 3,80 g/PCJ<sup>0,75</sup>/dia, respectivamente; provavelmente devido ao maior PCJ dos animais do presente experimento.



**Figura 7** Relação entre consumo de proteína metabolizável e ganho de peso no corpo vazio (GPCVZ).

Para calcular os requerimentos líquidos de proteína, proteína metabolizável e proteína metabolizável total (manutenção + ganho) em diferentes pesos e taxas de crescimento utilizou-se a equação obtida nesse estudo para estimar as exigências líquidas de proteína para ganho de peso ( $PLg = 131,8 * GPCVZ + 22,7843 * ER$ ), onde considerou-se a equação obtida com os dados deste experimento para estimar a energia retida dos bovinos Nelore ( $ER = 0,0430 * PCVZ^{0,75} * GPCVZ^{1,3595}$ ), a PLm de 1,72 g/PCVZ<sup>0,75</sup>/dia, PMm de 4,81 g/PCJ<sup>0,75</sup>/dia e a eficiência do uso da proteína metabolizável para ganho de peso de 51,5% (Tabela 8).

**Tabela 8** Exigências de proteína líquida e proteína metabolizável para ganho, manutenção e total de bovinos Nelore, machos não castrados, em diferentes pesos corporais e ganhos diários

Ganho de Peso	Peso Corporal (kg)				
	300	350	400	450	500
Exigência Líquida de Proteína (g/dia)					
Mantença	109,98	123,46	136,47	149,07	161,33
0,5	82,33	84,76	87,10	89,37	91,58
1,0	177,05	183,43	189,58	195,54	201,33
1,5	279,04	290,25	301,07	311,55	321,75
Exigência de Proteína Metabolizável (g/dia)					
Mantença	306,88	344,50	380,78	415,95	450,15
0,5	159,87	164,58	169,13	173,54	177,82
1,0	343,80	356,17	368,11	379,69	390,94
1,5	541,83	563,60	584,60	604,96	624,75
Exigência de Proteína Metabolizável Total (g/dia)					
0,5	466,75	509,08	549,91	589,49	627,97
1,0	650,68	700,67	748,89	795,64	841,09
1,5	848,71	908,10	965,38	1020,91	1074,90

PC = peso corporal; PCVZ (peso do corpo vazio) =  $0,85 \cdot PC$ ;  $PCVZ^{0,75}$  = peso de corpo vazio metabólico;  $GPCVZ$  (ganho de peso de corpo vazio) =  $0,95 \cdot GPC$ ;  $PCj^{0,75}$  = peso corporal em jejum metabólico; PLm (proteína líquida para manutenção) =  $1,72 \text{ g}/PCVZ^{0,75}/\text{dia}$ ; PLg (proteína líquida para ganho) =  $131,8 \cdot GPCVZ + 22,7843 \cdot ER$ ; ER (energia retida) =  $0,0430 \cdot PCVZ^{0,75} \cdot GPCVZ^{1,3595}$ ; PMm (proteína metabolizável para manutenção) =  $4,81 \text{ g}/PCj^{0,75}/\text{dia}$ ; eficiência do uso da proteína metabolizável para ganho de peso de 51,5%.

As exigências de proteína para ganho aumentaram com o aumento do peso corporal e à medida que os ganhos desejados aumentaram; vale salientar que o ganho é caracterizado pelo aumento na deposição de tecidos. Segundo Marcondes et al. (2010), há maior exigências de proteína líquida para ganho de peso em animais inteiros, de peso corporal maiores, isso se deve provavelmente, ao efeito da testosterona que promove maior anabolismo de nitrogênio no ganho, resultando em maior crescimento, eficiência no ganho, porém aumento das exigências de PLg.

As exigências de PMm aumentou com a elevação do peso corporal, haja vista que as exigências de manutenção estão em função do peso corporal. Já a proteína metabolizável para ganho e total foi incrementada com o aumento do peso corporal.

A partir das exigências de proteína metabolizável descritos na Tabela 8 e dos nutrientes digestíveis totais, foram calculados os requisitos diários de proteína bruta (PB), proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradável no rúmen (PNDR), conforme protocolo proposto por Valadares Filho et al. (2016) (Tabela 9). A equação do CMS em função do  $PC^{0,75}$  e GMD, estimado a partir dos dados dos animais

em desempenho ( $CMS = -3,002 + 0,065 * PC^{0,75} + 6,5966 * GMD - 1,8606 * GMD^2$ ) foi utilizada para prever a exigência de PB em porcentagem de matéria seca (Tabela 8).

**Tabela 9** Exigências totais (manutenção + ganho) de proteína degradável no rúmen, proteína não degradável no rúmen e proteína bruta

Ganho de Peso (kg/dia)	Peso corporal (kg)									
	300		350		400		450		500	
	Proteína Degradável no Rúmen									
	g/dia	%PB	g/dia	%PB	g/dia	%PB	g/dia	%PB	g/dia	%PB
0,5	227,00	40,24	275,15	43,34	323,78	45,89	372,73	48,05	421,87	49,90
1	384,99	44,19	444,61	46,64	503,95	48,73	562,74	50,52	620,73	52,06
1,5	504,08	44,26	573,71	46,62	641,72	48,62	707,67	50,32	771,09	51,76
	Proteína Não Degradável no Rúmen									
	g/dia	%PB	g/dia	%PB	g/dia	%PB	g/dia	%PB	g/dia	%PB
0,5	401,84	63,90	416,23	60,20	428,37	56,95	438,67	54,06	447,47	51,47
1	505,35	56,76	520,14	53,91	532,96	51,40	544,35	49,17	554,78	47,20
1,5	657,63	56,61	676,16	54,10	693,36	51,93	710,00	50,08	726,76	48,52
	Proteína Bruta									
	g/dia	%PB	g/dia	%PB	g/dia	%PB	g/dia	%PB	g/dia	%PB
0,5	628,84	13,92	691,38	13,58	752,15	13,32	811,41	13,13	869,35	12,97
1	890,35	13,87	964,76	13,79	1036,91	13,74	1107,10	13,69	1175,51	13,66
1,5	1161,71	15,72	1249,86	15,69	1335,08	15,67	1417,67	15,65	1497,85	15,64

PCVZ=0,85\*PC; GPCVZ=0,95\*GPC; ER =  $0,0430 * PCVZ^{0,75} * GPCVZ^{1,3595}$ ; PLg =  $131,8 * GPCVZ + 22,7843 * ER - PMm = 4,81 \text{ g/PCJ}^{0,75}/\text{dia}$ ; eficiência do uso da proteína metabolizável para ganho de peso de 51,5%; CMS =  $3,002 + 0,065 * PC^{0,75} + 6,5966 * GMD - 1,8606 * GMD^2$ ; g/dia = gramas/dia; %PB= porcentagem proteína bruta; PBmic =  $-53,07 + 304,9 * CPB + 90,8 * CNDT - 3,13 * CNDT^2$ ; PDR=PBmic; PNDR= [(PMtotal - (PBmic\*0,64)]/0,80. PCVZ= peso de corpo vazio; PC= peso corporal; PCJ= peso corporal em jejum; GPCVZ= ganho de peso de corpo vazio; GPC= ganho de peso corporal; ER= energia retida; PLg= exigência de proteína líquida para ganho; PMm= exigência de proteína metabolizável para manutenção; PDR= proteína degradável no rúmen, PNDR= proteína não degradável no rúmen; PMtotal= exigência de proteína metabolizável total (manutenção + ganho).

Observou-se um aumento da PDR e PNDR com o aumento do peso corporal e dos ganhos diários dos animais. No entanto, a participação da PDR na PB foi maior com o aumento do peso corporal, o que reduz a necessidade de PNDR na dieta para suprir as exigências totais de PB e, conseqüentemente, o custo de produção.

As exigências de PNDR aumentaram enquanto a de PDR diminuíram com o aumento do GMD desejado, o que se pode concluir que no balanceamento da ração, quanto maior é o ganho desejado maior é a necessidade de fornecer PNDR na dieta, aumentando a necessidade de fontes proteicas de melhor perfil de aminoácidos para o animal.

Nas Tabelas 10 e 11 encontra-se o resumo das equações e valores gerados no presente experimento para energia e proteína, respectivamente.

**Tabela 10** Resumo das equações e valores a partir dos dados do presente experimento - ENERGIA

Item	Equação	Unidade
PCVZ	$PCVZ = 0,85 * PCJ$	kg
GPCVZ	$GPCVZ = 0,95 * GPC$	kg/dia
ELm	78,99	kcal/PCVZ <sup>0,75</sup> /dia
EMm	116,13	kcal/PCVZ <sup>0,75</sup> /dia
$K_m$	68,1	%
ELg	$ELg = 0,0430 * PCVZ^{0,75} * GPCVZ^{1,3595}$	Mcal/dia
$K_g$	46,5	%
EMg	ELg/kg	Mcal/dia
EM	EMg+Emg	Mcal/dia
ED	$ED = [(EM_{total} / CMS) + 0,3032] / 0,9455 * CMS$	Mcal/dia
NDT	ED*4,4	kg/dia

PCVZ = peso do corpo vazio; GPCVZ = ganho peso do corpo vazio; ELg = energia líquida para ganho; ELm = energia líquida para manutenção; EMm = energia metabolizável para manutenção; EMg = energia metabolizável para ganho;  $K_m$  = eficiência de utilização da EMm;  $K_g$  = eficiência de utilização da EMg; EM = energia metabolizável; ED = energia digestível; NDT = energia metabolizável para manutenção.

**Tabela 11** Resumo das equações e valores gerados dos dados do presente experimento - PROTEÍNA

Item	Equação	Unidade
PCVZ	$PCVZ = 0,85 * PCJ$	kg
GPCVZ	$GPCVZ = 0,95 * GPC$	kg/dia
PLm	$PLm = 1,72 * PCVZ^{0,75}$	g/dia
PMm	$PMm = 4,81 * PCJ^{0,75}$	g/dia
PLg	$PLg = 131,8 * GPCVZ + 22,78 * ER$	g/dia
$k$	51,5	%
$K_g$	PLg/Eficiência de Utilização da PMg	g/dia
PMtotal	PMm+PMg	g/dia
PBmic	$PBmic = -53,07 + 304,9 * CPB + 90,8 * CNDT - 3,13 * CNDT^2$	g/dia
PDR	Igual a PBmic	g/dia
PNDR	$(PMtotal - (PBmic * 0,64)) / 0,8$	g/dia
PB	PDR+PNDR	g/dia

PCVZ = peso do corpo vazio; GPCVZ = ganho peso do corpo vazio; PLg = proteína líquida para ganho; PLm = energia líquida para manutenção; PMm = energia metabolizável para manutenção; PMg = energia metabolizável para ganho;  $k$  = eficiência de utilização da PMm;  $K_g$  = eficiência de utilização da PMg; PMtotal = proteína metabolizável total; PBmic = proteína bruta microbiana; CPB = consumo de PB; ; NDT = nutrientes digestíveis totais; CNDT = consumo de NDT; PDR = proteína degradada no rumen; PNDR = proteína não degradada no rumen; PB = proteína bruta.

## CONCLUSÕES

A equação  $ER = 0,0430 * PCVZ^{0,75} * GPCVZ^{1,3595}$  é recomendada para predizer os requerimentos líquidos de energia para ganho de peso de animais Nelore machos confinados.

A exigência de energia líquida para manutenção de machos Nelore é de 78,99 kcal/kg  $PCVZ^{0,75}$ /dia e a exigência de energia metabolizável para manutenção é de 116,13 kcal/kg  $PCVZ^{0,75}$ /dia.

As eficiências de uso da energia metabolizável para ganho e manutenção são de 46,50% e 68,01%, respectivamente.

Recomenda-se a equação:  $PLg = 131,8 * GPCVZ + 22,7843 * ER$  para predição das exigências líquidas diárias de proteína para ganho de peso de bovinos Nelore machos confinados.

A exigência de proteína líquida para manutenção de bovinos Nelore machos em confinamento é de 1,72 g/ $PCVZ^{0,75}$ /dia.

A exigência de proteína metabolizável para manutenção de bovinos Nelore machos em confinamento é de 4,81 g/kg $PCJ^{0,75}$ /dia.

A eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho de peso de bovinos Nelore, machos, em confinamento é de 51,5%.

## REFERÊNCIAS

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. **The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock**. London: Agricultural Research Council. The Gresham Press, 1980. 351p.
- BACKES AA, SANCHEZ LM, GONÇALVES MB, PIRES CC. Composição Corporal e Exigências Líquidas de Energia e Proteína para Ganho de Peso de Novilhos Santa Gertrudis. **Revista Brasileira de Zootecnia**. n.31, p. 2307-2313, 2002.
- BASARAB, J.A. PRINCE, M.A. AALHUS, J.L. et al. Residual feed intake and body composition in young growing cattle. **Canadian Journal of Animal Science**. v.83, p.189-204, 2003.
- BEEF CATTLE NATIONAL RESEARCH MODEL – BCNRM. **Nutrients requirements of beef cattle**. 8.ed. Washington, D.C.: 2016. 475p.
- BEZERRA, J.G.; BARRETO, L. M. G. FERREIRA, M. A. et al. Desempenho produtivo de bovinos Nelore em confinamento. **Revista Electrónica de Veterinária**, v.17, p.1-15, 2016.
- CHIZZOTTI, M.L.; TEDESCHI, L.O.; VALDARES FILHO, S.C. A meta-analysis of energy and protein requirements for maintenance and growth of Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v.86, n.7, p.1588-1597, 2008.
- COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION - CSIRO. **Nutrient requirements of domesticated ruminants**. Collingwood: CSIRO Publishing. Australia. 2007. 296 p.
- COSTA E SILVA, L.F.; VALADARES FILHO, S.C.; ZANETTI, D. et al. Energy and protein nutritional requirements for Nelore bulls. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.6, p.1516-1524, 2012.
- COUTINHO, R.A; BORGES, A. L. D. C. C., DA SILVA, J. S. et al. Exigências nutricionais de bovinos: Uma ferramenta a favor da produtividade. **PUBVET**, v.9, p.467-501, 2015.
- DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. **Métodos para Análise de Alimentos**. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema. 2012. 214p.
- FERRELL, C.L., JENKINS, T.G. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the finishing period: I. Angus, Belgian Blue, Hereford, and Piedmontese Sires. **Journal of animal science**, v.76, p.637- 646, 1998.
- FERRELL, C.L.; JENKINS, T.G. Energy utilization by mature, non pregnant, non lactating cows of different types. **Journal of Animal Science**. v.58, p.234-243, 1984.
- FULLER, W.A. **Measurement error models**. John Wiley and Sons, New York. 1987, 435p.
- GARRETT, W. N. Factors influencing energetic efficiency of beef production. **Journal of Animal Science**, v.51, n.6, p.1434-1440, 1980.

- GARRETT, W.N. MEYER, J.H. LOFGREEN, G.P. The comparative energy requirements of sheep and cattle for maintenance and gain. **Journal of Animal Science**. v.18, p.528-547, 1959.
- GOULART, R.S.; ALENCAR, M.M.; POTT, E.B. et al. Composição corporal e exigências líquidas de proteína e energia de bovinos de quatro grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.926-935, 2008.
- JOLOMBA, M.R. **Exigências de energia e proteína de bezerros mestiços holandês-gir alimentados com leite adicionado de sucedâneo contendo teores crescentes de matéria seca**. 2015. Viçosa, MG – 52f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. 2015.
- LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. **Growth of farm animals**. CAB International 1997, 321p.
- MARCONDES, M. I.; GIONBELLI, M. P.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Exigências nutricionais de proteína para bovinos de corte. In: VALADARES FILHO, S. de C.; MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. L.; PAULINO, P. V. R. (Org.). Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR-CORTE. 2. ed. Visconde do Rio Branco: v.1, cap.6, p.113-134. 2010.
- MARCONDES, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, I. M.; et al. Exigências de energia de animais Nelore puros e mestiços com as raças Angus e Simental. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 40, n. 4, p. 872-881, 2011.
- MARCONDES, M.I. TEDESCHI, L.O.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Using growth and body composition to determine weight at maturity in Nellore cattle. **Animal Production Science**, v. 56, n. 7, p. 1121-1129, 2016.
- MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C. et al. **Exigências nutricionais de energia para bovinos de corte**. BR- CORTE. In: Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados. BR- CORTE. 2 ed. Viçosa: VALADARES FILHO, S.C., MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI. et al. Cap. 5, p.85-112, 2010.
- MARCONDES, M.I.; TEDESCHI, L.O.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Predicting efficiency of use of metabolizável energy to net energy for gain and maintenance of Nellore cattle. **Journal of Animal Science**. n.91, p.4887-4898, 2013.
- MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; OLIVEIRA, I.M. et al. Exigências de proteína de animais Nelore puros e cruzados com as raças Angus e Simental. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.10, p.2235-2243, 2011.
- MELLO, R.R.C. Puberdade e maturidade sexual em touros bovinos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.10, n.3, p.11-28, 2015.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO [MAPA]. Instrução Normativa N° 3 de 17 de janeiro de 2000. *Diário Oficial [da] União*, Brasília, 24 jan. 2000, Seção 1. p. 14. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em: 18 de setembro de 2016.



- MORAES, E.H.B.K.; PAULINO, M.F.; MORAES, K.A.K. et al. Exigências de energia de bovinos de corte em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.933-940, 2009.
- NEVES, M.L.M.W., VÉRAS, A.S.C., SOUZA, E.J.O. et al. Energy and protein requirements of crossbred cattle in feedlot. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 37, n. 2, p. 1029-1044, 2016.
- NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.rev.ed. Washington, DC.: National Academy Press. 2000. 242p.
- OLMEDO, D. A. O.; LÓPEZ, J.; BARCELLOS, J. O. J. et al. Desenvolvimento e validação de um modelo preditor do desempenho de novilhos de corte sob suplementação em pastagens tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.402-410, 2010.
- OWENS, F.N.; GILL, D.R.; SECRIST, D.S. et al. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**. v. 73, p. 3152-3172, 1995.
- PAULINO, P.V.R.; COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Exigências Nutricionais de Zebuínos. Energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.33, n.3, p.781-791, 2004.
- POSADA, S.L. NOGUERA, R.R. RODRIGUEZ N.M. et al. Energy requirements for beef cattle: concepts and experimental results in tropical conditions. **Revista Colombiana de Ciência Pecuária**, v. 24, p.623-633, 2011.
- PRADOS, L.F., VALADARES FILHO, S.C., DETMANN, E. et al Energy and protein requirements of  $\frac{3}{4}$  Zebu  $\times$   $\frac{1}{4}$  Holstein crossbreds fed different calcium and phosphorus levels in the diet. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.67. n.2. p.555-563, 2015.
- ROCHA, A.A.; PAULINO, M.F.; FERNANDES, H.J. et al. Net requirements of energy, protein and macrominerals for weight gain of grazing beef cattle castrated at different ages, with and without supplementation. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.41, n.2, p.407-413, 2012.
- ROTTA, P. P.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E. et al. Nutrient requirements of energy and protein for Holstein $\times$  Zebu bulls finished in feedlot. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.5, p.2523-2534, 2013.
- ROTTA, P.P.; MENEZES, A.C.B.; COSTA E SILVA, L.F. et al. Exigências de proteína para bovinos de corte. In: BR-CORTE. Exigencias nutricionais de zebuínos puros e cruzados. 3ª edição, 2016, 327p.
- ROUX, C.F. Use of theoretical efficiencies of protein and fat synthesis to calculate energy requirements for growth in ruminants. **South African Journal of Animal Science**, v.43, n. 4. p. 435-456, 2013.
- SAS – Institute SAS/STAT software. **Statistical Analysis System Institute**, Cary, 678, 2000.
- SINCLAIR, K.D.; GARSWORTHY, P.C.; MANN, E.E. et al. Reducing dietary protein in dairy cow doets: implications for nitrogen utilization, milk production, welfare and fertility. **Animal – a major new international jornal of animal bioscience**. n.8, p.262-274, 2014.

- SOUZA, E.J.O.S. VALADARES FILHO, S.C., GUIM, A. et al. Energy nutritional requirements for females of Nellore, Nellore × Angus and Nellore × Simmental fed on two forage: concentrate ratios. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.41, n.3, p.753-761, 2012.
- TEDESCHI, L.O.; BOIN, C.; FOX, D.G. et al. Energy requirement for maintenance and growth of Nellore bulls and steers fed high-forage diets. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 6, p.1671-1682, 2002.
- TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; KONONOFF, P.J. A dynamic model to predict fat and protein fluxes and dry matter intake associated with body reserve changes in cattle. **Journal of Dairy Science**, v.96, n. 4. p. 2448-2463, 2013.
- VALADARES FILHO, S. C.; MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. L. et al. Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados - BR-CORTE. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2010. 193p.
- VALADARES FILHO, S.C.; COSTA E SILVA, L.F.; GIONBELLI, M.P. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR CORTE**. ed: 3.ed. Viçosa : UFV, Suprema Gráfica Ltda.. 2016, 327p.
- 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: UFV, Suprema Gráfica Ltda. 2006, 142p.
- VÉRAS, A.S.C. VALADARES FILHO, S.C., SILVA, F.C.S. et al. (Suplemento 1). Predição da Composição Corporal e dos Requisitos de Energia e Proteína para Ganho de Peso de Bovinos, Não-castrados, alimentados com Rações Contendo Diferentes Níveis de Concentrado. **Revista Brasileira de zootecnia**. v.30, n.3, p. 1127-1134, 2001.
- 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.8, p.2379-2389, 2000.
- VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso e exigências de energia metabolizável e de nutrientes digestíveis totais de bovinos Nelore, não-castrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.30, n.3, p.904-910, 2001.
- ZANETTI, D. VALADARES FILHO, S.C., DETMANN, E. et al. Energy and protein requirements of crossbred Holstein x Zebu steers fed different levels of calcium and phosphorus in the diet. **Semina: Ciências Agrárias**. v.37, n.4, suplemento 1, p. 2665-2676, 2016.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

A pecuária brasileira denota potencial para produção de bovinos de corte de forma competitiva e sustentável. Para isso, o conhecimento das exigências nutricionais de bovinos de corte confinados em condições tropicais, principalmente no Nordeste, permitindo otimizar a utilização de dietas na alimentação animal, concomitante, promove uma melhor avaliação da eficiência produtiva do sistema, reduzindo custos e primando pelo desenvolvimento sócio econômico da região.

Neste contexto, estudos sobre requerimentos nutricionais energéticos e proteicos de bovinos, bem como da influência na eficiência de utilização dos alimentos, de acordo com o sistema de produção, a alimentação e animais utilizados, refletem no sucesso da cadeia produtiva de bovinos de corte. Além de pesquisas que possibilitem métodos de estimativas tanto para composição física e química da carcaça quanto a química do corpo vazio, tornando as pesquisas menos laboriosas e onerosas.

As atualizações no sistema de exigências nutricionais para bovinos de corte, fornecem maior confiabilidade para utilização das tabelas pelos profissionais e produtores. Com isso, deve ser nesse ponto a prospecção da pesquisa científica brasileira, visando evidentemente, contribuir para o crescimento e a competitividade da exploração de bovinos de corte.

Detaca-se o potencial da região Nordeste para produção de animais confinados, bem como carência de dados relacionados as exigências nutricionais proteicas e energéticas de bovinos de corte; necessitando de pesquisas voltadas para melhoria da cadeia produtiva e equações de estimativas dos requerimentos nutricionais mais precisas e/ou ajustadas, devido sua importância para manejo nutricional e eficiência de qualquer sistema produtivo.

## APÊNDICES

Tabela 1 – Peso de carcaça fria, rendimento de carcaça fria (RCF) e peso da seção HH (entre a 9<sup>a</sup> e 11<sup>a</sup> costela)

ANIMAL	NC	Carcaça Fria (kg)	RCF (%)	seção HH (kg)
1	MANT	216,90	55,19	3,25
2	MANT	225,20	54,66	3,91
3	MANT	227,20	55,69	3,73
4	MANT	247,10	57,73	3,55
5	MANT	274,92	56,68	4,68
6	17	242,90	53,86	4,23
7	17	249,40	57,73	4,15
8	17	239,50	52,75	3,72
9	17	257,50	53,87	4,00
10	17	296,90	55,19	4,57
11	34	279,90	57,24	4,55
12	34	296,30	59,98	4,76
13	34	297,00	57,34	4,54
14	34	301,40	57,63	4,57
15	34	318,30	59,05	5,05
16	51	280,00	57,49	4,26
17	51	266,79	57,62	4,55
18	51	324,60	59,02	4,92
19	51	316,00	60,65	5,63
20	51	324,40	57,93	4,99
21	68	305,10	58,34	5,61
22	68	319,00	59,40	5,26
23	68	342,30	58,92	5,29
24	68	316,60	58,74	5,16
25	68	363,70	62,06	6,14
26	ref	154,80	50,42	2,54
27	ref	171,60	49,74	2,85
28	ref	210,80	52,18	4,00
29	ref	227,60	56,48	4,14
30	ref	225,40	54,05	3,58

NC = Níveis de Concentrado

Tabela 2 – Peso absoluto dos órgãos (Kg)

ANIMAL	NC	LINGUA	PULMOES	CORACAO	BACO	FIGADO	RINS
1	MANT	1,49	3,175	1,17	0,91	3,64	0,61
2	MANT	1,315	2,81	1,25	1,175	3,805	0,725
3	MANT	1,52	2,745	1,29	0,785	3,28	0,57
4	MANT	1,995	2,645	1,22	0,9	3,47	0,655
5	MANT	1,63	3,64	1,36	0,96	4,435	0,715
6	17	1,41	3,265	2,03	1,21	4,32	0,71
7	17	1,225	3,34	2,575	1,045	4,695	0,745
8	17	1,315	2,86	1,235	0,995	4,48	0,8
9	17	2,09	3,59	1,395	1,01	5,025	0,75
10	17	1,54	3,015	1,465	1,425	5,87	0,925
11	34	1,58	3,245	2,07	1,055	4,605	0,74
12	34	1,445	3,2	2,215	1,43	5,28	0,775
13	34	1,265	3,665	1,845	1,22	4,58	0,88
14	34	1,335	4,095	1,495	1,25	5,41	0,9
15	34	1,075	3,825	1,585	1,095	5,545	0,75
16	51	1,455	3,315	3,135	1,085	4,765	1,75
17	51	1,435	3,425	2,17	1,31	4,415	0,83
18	51	1,66	3,86	1,68	1,185	5,585	0,67
19	51	1,4	3,21	2,3	1,185	4,905	0,8
20	51	2,395	3,57	3,365	1,225	7,395	1,3
21	68	1,725	3,535	2,805	1,61	5,825	1,015
22	68	2,41	4,695	4,22	2,735	6,14	1,77
23	68	1,735	4	1,945	1,67	7,31	1,375
24	68	1,59	4,01	2,305	1,555	6,33	1,13
25	68	1,99	4,89	1,705	1,355	6,565	1
26	ref	0,71	2,415	1,095	0,825	2,745	0,64
27	ref	0,75	2,04	1,02	0,76	4,445	0,54
28	ref	0,82	1,84	0,755	1,31	5,85	0,75
29	ref	0,86	1,97	1,12	1,15	4,31	0,695
30	ref	0,885	2,88	1,185	1,305	5,53	0,745

NC = Níveis de Concentrado

**Continuação:**

ANIMAL	NC	ABOMASO	RUMEM RET	OMASO	O+V	COMP NÃO CARÇAÇA
1	MANT	0,73	5,17	1,76	27,47	103,66
2	MANT	0,72	5,04	1,76	29,32	115,15
3	MANT	0,79	4,77	1,14	25,55	108,11
4	MANT	0,69	5,62	1,39	28,86	102,13
5	MANT	0,80	5,80	1,79	30,86	118,46
6	17	0,84	6,44	1,54	34,47	123,28
7	17	0,65	6,47	1,29	34,31	110,95
8	17	1,01	6,56	1,86	35,61	122,16
9	17	0,91	6,93	1,88	35,19	125,62
10	17	0,85	6,87	1,64	35,71	145,04
11	34	0,77	6,76	1,75	34,57	128,57
12	34	0,93	6,57	1,61	36,03	122,44
13	34	0,76	5,87	2,12	34,33	137,71
14	34	0,86	8,21	1,84	36,24	131,25
15	34	0,92	6,38	1,41	33,52	135,94
16	51	0,88	6,8	1,85	40,43	150,91
17	51	0,85	6,03	1,50	33,96	132,00
18	51	0,93	6,93	1,5	34,30	142,60
19	51	0,89	6,44	1,54	36,05	134,92
20	51	0,61	6,87	1,67	47,31	155,59
21	68	0,94	6,48	1,78	39,88	149,52
22	68	0,88	6,71	1,78	48,70	157,13
23	68	1,02	7,05	1,66	40,86	155,19
24	68	0,76	6,13	1,58	39,49	156,33
25	68	0,97	7,20	2,07	40,00	152,42
26	ref	1,04	5,35	1,13	28,31	87,68
27	ref	1,15	5,02	1,27	29,15	100,38
28	ref	1,06	6,60	1,49	32,80	108,60
29	ref	0,86	5,94	1,49	34,18	119,57
30	ref	1,04	6,70	1,54	35,18	116,49

O+V = órgãos e vísceras, NC = Níveis de Concentrado.

**Continuação:**

ANIMAL	NC	INTESTINOS	CTGI	GORD TOTAL
1	MANT	4,27	69,34	8,35
2	MANT	6,28	68,84	7,91
3	MANT	4,97	68,88	7,65
4	MANT	5,30	75,86	7,07
5	MANT	4,74	88,82	10,34
6	17	5,44	80,91	9,40
7	17	5,01	67,74	11,15
8	17	7,34	88,14	10,75
9	17	6,11	91,37	7,90
10	17	5,30	91,96	10,04
11	34	4,57	76,12	13,21
12	34	5,36	70,26	10,58
13	34	4,45	78,49	17,07
14	34	5,38	86,74	11,39
15	34	4,92	80,05	14,3
16	51	6,9	51,59	22,81
17	51	4,80	60,19	14,60
18	51	4,94	79,39	17,79
19	51	5,34	65,47	18,25
20	51	3,37	75,51	18,3
21	68	4,99	62,27	22,52
22	68	5,37	55,56	16,55
23	68	7,62	79,81	22,43
24	68	5,48	61,66	20,77
25	68	5,45	66,57	14,52
26	ref	4,46	62,31	5,87
27	ref	4,64	70,61	7,48
28	ref	4,84	81,39	5,69
29	ref	8,08	53,42	8,51
30	ref	8,15	72,50	8,37

NC = Níveis de Concentrado; CTGI = conteúdo do trato gastrintestinal ref= referência; MANT= manutenção.



Tabela 3- Porcentagem da composição química da secção HH

ANIMAL	NC	% ÁGUA HH	% P HH	% EE HH
1	MANT	52,583	24,97	15,77
2	MANT	52,71	24,09	13,06
3	MANT	52,09	24,05	17,90
4	MANT	55,25	23,44	14,25
5	MANT	50,86	27,09	16,25
6	17	54,33	23,02	15,13
7	17	55,40	23,83	12,37
8	17	51,39	27,11	17,01
9	17	52,61	23,55	15,33
10	17	51,10	23,95	17,22
11	34	50,73	23,95	19,49
12	34	57,05	23,07	13,14
13	34	49,88	23,30	20,29
14	34	56,35	21,96	13,51
15	34	50,71	27,65	20,62
16	51	50,82	22,22	19,68
17	51	49,30	23,75	18,73
18	51	47,85	22,16	24,50
19	51	46,96	20,86	26,94
20	51	44,77	21,88	26,61
21	68	47,03	23,91	21,93
22	68	47,43	23,11	24,19
23	68	48,75	27,21	23,27
24	68	45,09	28,89	27,24
25	68	48,95	22,96	24,23
26	ref	58,67	24,38	12,20
27	ref	55,83	22,15	11,68
28	ref	46,51	22,75	21,02
29	ref	54,93	24,40	14,40
30	ref	54,80	22,63	14,60

NC = Níveis de Concentrado; P=Proteína; EE=Extrato etéreo; ref= referência; MANT= manutenção.

Tabela 4 – Porcentagem da composição química da carcaça (CC) e do peso do corpo vazio (PCVZ)

ANIMAL	NC	% PB PCVZ	% PBCC	% EE PCVZ	% EECC	% ÁGUA PCVZ	% ÁGUA CC
1	MANT	22,46	21,42	14,08	16,07	55,57	56,45
2	MANT	23,94	23,15	12,09	13,45	56,50	58,26
3	MANT	22,43	21,55	13,62	15,66	55,26	56,37
4	MANT	23,06	22,49	12,66	13,94	59,53	62,13
5	MANT	23,66	23,45	12,41	13,75	60,81	63,97
6	17	22,67	22,27	13,12	15,27	54,57	54,06
7	17	22,94	23,08	13,82	15,24	58,97	61,53
8	17	23,48	22,98	15,30	16,39	57,71	60,91
9	17	22,46	22,35	11,75	13,44	56,79	57,42
10	17	22,67	22,32	12,95	15,43	59,11	60,53
11	34	22,74	22,69	15,62	16,60	57,76	60,84
12	34	21,67	21,60	13,82	15,00	58,23	60,68
13	34	22,99	22,43	16,63	18,07	58,01	61,70
14	34	22,66	22,70	14,45	16,04	60,76	63,35
15	34	22,84	22,05	15,41	17,22	58,19	60,56
16	51	21,83	20,89	16,58	16,15	58,23	62,63
17	51	20,98	20,31	17,54	17,57	56,55	60,58
18	51	23,09	22,38	17,48	19,17	53,21	53,81
19	51	22,86	22,72	20,82	21,79	49,41	50,04
20	51	22,22	20,32	19,11	20,23	56,18	59,74
21	68	22,01	20,91	18,45	17,81	52,34	55,07
22	68	21,85	21,95	17,93	18,29	57,42	60,79
23	68	24,82	25,24	20,69	21,04	54,79	58,21
24	68	23,37	22,19	19,87	20,32	55,23	57,68
25	68	23,02	21,85	18,70	20,44	55,70	57,58
26	ref	23,38	23,93	10,48	11,29	59,31	59,12
27	ref	23,56	23,01	13,84	17,13	57,89	58,10
28	ref	22,23	21,84	14,32	16,90	56,99	56,43
29	ref	22,71	22,74	12,57	14,39	59,55	59,07
30	ref	23,86	22,04	14,41	17,11	56,56	57,05

NC = Níveis de Concentrado; P=Proteína; EE=Extrato etéreo; ref= referência; MANT= manutenção.

Tabela 5- Porcentagem (%) de gordura, músculo, osso e proteína, extrato etéreo e água segundo equações de Hankins e Howe, Marcondes e Valadares Filho et al. (2006)

ANIMAL	NC	Músculo + Gordura na carcaça (Hankins e Howe, 1946)	Músculo + Gordura na carcaça (Marcondes et al., 2012)	Osso na carcaça (Hankins e Howe, 1946)	Osso na carcaça (Marcondes et al., 2012)	PB na carcaça (Hankins e Howe, 1946)	PB na carcaça (Marcondes et al., 2012)	PB na carcaça (Valadares Filho et al., 2006)	EE na carcaça (Hankins e Howe, 1946)	EE na carcaça (Marcondes et al., 2012)	EE na carcaça (Valadares Filho et al., 2006)	Água na carcaça (Hankins e Howe, 1946)	Água na carcaça (Marcondes et al., 2012)	Água na carcaça (Valadares Filho et al., 2006)
1	MANT	80,59	73,67	19,08	19,87	22,42	21,51	23,53	15,16	12,74	13,48	56,27	57,96	58,63
2	MANT	78,05	73,06	20,89	21,37	21,85	21,22	22,84	13,16	11,52	12,01	56,37	57,67	58,69
3	MANT	81,31	73,92	18,57	19,91	21,83	20,97	22,82	16,74	12,95	14,63	55,90	57,56	58,41
4	MANT	82,83	74,42	17,48	18,91	21,43	20,06	22,33	14,04	11,48	12,66	58,27	58,23	59,84
5	MANT	82,12	73,98	17,99	18,77	23,80	22,38	25,19	15,52	12,93	13,74	54,98	56,25	57,86
6	17	84,30	74,55	16,43	18,81	21,15	20,57	22,01	14,69	12,48	13,13	57,58	57,66	59,42
7	17	83,21	74,39	17,21	18,13	21,68	20,58	22,64	12,65	12,34	11,64	58,39	58,06	59,90
8	17	82,95	74,44	17,40	18,97	23,81	23,06	25,20	16,08	13,61	14,15	55,38	56,91	58,10
9	17	80,98	73,69	18,80	20,32	21,50	20,73	22,42	14,84	11,87	13,24	56,29	56,90	58,65
10	17	82,53	74,39	17,69	19,55	21,76	20,98	22,74	16,24	12,73	14,26	55,16	55,47	57,97
11	34	85,84	75,32	15,34	17,15	21,76	20,77	22,74	17,92	14,74	15,49	54,88	55,93	57,80
12	34	83,42	74,55	17,06	18,28	21,19	19,88	22,05	13,22	11,81	12,06	59,62	57,51	60,64
13	34	85,20	74,88	15,79	16,79	21,34	20,42	22,23	18,51	15,93	15,92	54,25	55,24	57,42
14	34	84,94	74,67	15,98	17,78	20,47	19,35	21,18	13,49	12,08	12,26	59,10	57,10	60,33
15	34	87,24	75,57	14,34	16,38	24,17	22,72	25,62	18,75	14,97	16,10	54,87	55,14	57,79
16	51	85,38	74,62	15,67	16,12	20,64	20,32	21,38	18,06	17,59	15,59	54,95	55,57	57,84
17	51	81,43	73,88	18,48	18,73	21,63	20,92	22,58	17,35	15,08	15,07	53,81	55,70	57,16
18	51	84,74	74,83	16,12	16,76	20,60	19,50	21,34	21,62	17,09	18,19	52,72	54,14	56,50
19	51	87,95	76,04	13,84	15,26	19,75	18,65	20,33	23,43	18,15	19,51	52,06	54,15	56,11
20	51	85,72	75,59	15,42	16,82	20,41	19,67	21,12	23,18	17,73	19,33	50,41	53,04	55,12
21	68	85,68	75,00	15,45	15,94	21,73	21,01	22,70	19,72	17,81	16,80	52,11	54,08	56,14
22	68	83,48	74,86	17,02	18,13	21,21	20,52	22,08	21,39	16,52	18,02	52,41	53,84	56,32

NC = Níveis de Concentrado; Pb=Proteína; EE=Extrato etéreo; ref= referência; MANT= manança.

**Continuação:**

ANIMAL	NC	Músculo + Gordura na carcaça (Hankins e Howe, 1946)	Músculo + Gordura na carcaça (Marcondes et al., 2012)	Osso na carcaça (Hankins e Howe, 1946)	Osso na carcaça (Marcondes et al., 2012)	P na carcaça (Hankins e Howe, 1946)	P na carcaça (Marcondes et al., 2012)	P na carcaça (Valadares Filho et al., 2006)	EE na carcaça (Hankins e Howe, 1946)	EE na carcaça (Marcondes et al., 2012)	EE na carcaça (Valadares Filho et al., 2006)	Água na carcaça (Hankins e Howe, 1946)	Água na carcaça (Marcondes et al., 2012)	Água na carcaça (Valadares Filho et al., 2006)
23	68	84,54	75,08	16,26	16,32	23,88	22,64	25,28	20,71	17,66	17,53	53,40	53,87	56,91
24	68	86,26	76,29	15,04	16,21	24,97	23,98	26,59	23,65	18,72	19,67	50,65	53,25	55,26
25	68	85,64	75,58	15,48	17,14	21,12	19,80	21,97	21,42	15,65	18,05	53,55	53,62	57,00
26	ref	79,90	72,75	19,57	21,09	22,04	21,80	23,07	12,52	11,38	11,55	60,83	61,01	61,37
27	ref	77,16	72,10	21,52	21,96	20,59	20,58	21,33	12,14	11,67	11,27	58,71	59,71	60,10
28	ref	77,87	73,88	21,02	22,02	20,98	20,47	21,80	19,05	13,24	16,31	51,71	56,28	55,90
29	ref	85,88	75,15	15,31	18,43	22,05	21,49	23,08	14,15	12,11	12,74	58,03	58,18	59,69
30	ref	79,17	72,85	20,09	20,88	20,90	20,38	21,71	14,30	12,17	12,84	57,93	58,23	59,63

NC = Níveis de Concentrado; PB=Proteína bruta; EE=Extrato etéreo. ref= referência; MANT= manança.

Tabela 6 - Porcentagem (%) de proteína, extrato etéreo e água no peso do corpo vazio (PCVZ), segundo equações de Hankins e Howe, Marcondes e Valadares Filho et al., (2006)

ANIMAL	NC	PB no Corpo Vazio	PB no Corpo Vazio (Marcondes et al., 2012)	PB no Corpo Vazio (Valadares Filho et al., 2006)	EE na Corpo Vazio	EE no Corpo Vazio (Marcondes et al., 2012)	EE no Corpo Vazio (Valadares Filho et al., 2006)	Água no Corpo Vazio	Água no Corpo Vazio (Marcondes et al., 2012)	Água no Corpo Vazio (Valadares Filho et al., 2006)
1	MANT	22,46	21,97	23,93	14,08	12,60	14,02	55,57	57,09	58,23
2	MANT	23,93	21,61	23,26	12,08	11,21	12,39	56,50	57,46	58,30
3	MANT	22,42	21,61	23,24	13,61	12,71	15,30	55,26	56,81	57,99
4	MANT	23,06	21,37	22,77	12,65	11,07	13,11	59,53	58,45	59,60
5	MANT	23,66	22,96	25,55	12,40	12,81	14,31	60,81	56,14	57,36
6	17	22,66	21,06	22,45	13,12	12,31	13,64	54,57	58,12	59,13
7	17	22,93	21,33	23,07	13,81	12,343	11,98	58,96	57,96	59,67
8	17	23,47	22,90	25,56	15,29	13,65	14,76	57,70	56,93	57,63
9	17	22,45	21,42	22,86	11,75	11,49	13,76	56,79	57,99	58,25
10	17	22,66	21,56	23,16	12,95	12,48	14,89	59,10	56,72	57,48
11	34	22,74	21,36	23,16	15,61	14,94	16,25	57,76	55,75	57,29
12	34	21,67	21,10	22,49	13,824	11,58	12,44	58,23	58,66	60,51
13	34	22,98	20,91	22,67	16,63	16,44	16,73	58,01	54,44	56,86
14	34	22,66	20,55	21,65	14,45	11,90	12,66	60,75	58,21	60,16
15	34	22,83	23,12	25,98	15,41	15,16	16,93	58,19	55,30	57,28
16	51	21,82	20,12	21,85	16,58	18,67	16,37	58,21	54,01	57,34
17	51	20,98	21,18	23,01	17,53	15,45	15,79	56,54	54,84	56,56
18	51	23,08	20,40	21,80	17,47	17,64	19,26	53,21	53,62	55,82
19	51	22,86	19,74	20,81	20,82	18,85	20,72	49,41	53,39	55,37
20	51	22,21	20,27	21,59	19,10	18,33	20,52	56,18	53,85	54,25
21	68	22,00	20,99	23,13	18,45	18,78	17,71	52,34	52,83	55,40
22	68	21,85	20,92	22,52	17,92	16,92	19,07	57,41	55,27	55,61
23	68	24,81	22,63	25,64	20,69	18,48	18,52	54,79	53,59	56,28
24	68	23,37	23,44	26,92	19,86	19,57	20,90	55,23	52,58	54,41
25	68	23,01	20,98	22,41	18,70	15,77	19,09	55,69	55,26	56,38
26	ref	23,37	21,73	23,49	10,48	11,09	11,88	59,31	60,84	61,34

---

NC = Níveis de Concentrado; ref= referência; MANT= manança.

**Continuação:**

---

27	ref	23,55	20,61	21,79	13,84	11,51	11,57	57,88	59,07	59,89
28	ref	22,23	21,10	22,25	14,32	12,86	17,17	56,98	56,82	55,14
29	ref	22,71	21,73	23,50	12,56	11,88	13,20	59,55	58,67	59,43
30	ref	23,85	20,90	22,16	14,40	11,94	13,32	56,56	58,85	59,37

---

NC = Níveis de Concentrado; PB=Proteína bruta; EE=Extrato etéreo; ref= referência; MANT= manança.

Tabela 7 – Média dos pesos, dias de confinamento, ganho médio diário (GMD) e ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ)

ANIMAL	NC	PCIjejum	PCfinaljejum	PCVZi/PCIjejum	PCVZ_inicial	PCVZ_final	PCVZ_médio	PC_Médio <sup>0,75</sup>	Dias Conf	GMD(kg/d)	GPCVZ (kg/dia)
1	MANT	354	393	0,81	289,79	323,66	306,72	84,96	112	0,34	0,302
2	MANT	383	412	0,81	313,53	343,15	328,34	89,02	112	0,25	0,264
3	MANT	391	408	0,81	320,08	339,11	329,59	89,35	112	0,15	0,169
4	MANT	409	428	0,81	334,81	352,13	343,47	92,52	112	0,16	0,154
5	MANT	452	485	0,81	370,02	396,17	383,09	100,70	112	0,29	0,233
6	17	342	451	0,81	279,9	370,08	325,02	88,85	112	0,97	0,804
7	17	351	432	0,81	287,33	364,25	325,79	88,01	112	0,72	0,686
8	17	378	454	0,81	309,44	365,86	337,65	92,11	112	0,67	0,503
9	17	396	478	0,81	324,17	386,62	355,40	95,57	112	0,73	0,557
10	17	425	538	0,81	347,91	446,04	396,97	102,78	112	1,00	0,876
11	34	350	489	0,81	286,52	412,87	349,69	92,69	112	1,24	1,128
12	34	356	494	0,81	291,43	423,74	357,58	93,60	112	1,23	1,181
13	34	392	518	0,81	320,90	439,51	380,20	98,51	112	1,12	1,058
14	34	413	523	0,81	338,09	436,25	387,17	100,62	112	0,98	0,876
15	34	409	539	0,81	334,81	458,94	396,88	101,58	112	1,16	1,108
16	51	327	487	0,81	267,69	435,41	351,55	90,61	112	1,42	1,497
17	51	346	463	0,81	283,24	402,80	343,02	90,19	112	1,04	1,067
18	51	387	550	0,81	316,81	470,60	393,70	100,70	112	1,45	1,373
19	51	376	521	0,81	307,80	455,52	381,66	97,45	112	1,29	1,318
20	51	412	560	0,81	337,27	484,49	410,88	103,50	112	1,32	1,314
21	68	369	523	0,81	302,07	460,72	381,39	97,05	112	1,37	1,416
22	68	358	537	0,81	293,06	481,43	387,25	97,29	112	1,59	1,681
23	68	397	581	0,81	324,99	501,19	413,09	103,98	112	1,64	1,573
24	68	392	539	0,81	320,90	477,33	399,11	100,21	112	1,31	1,396
25	68	428	586	0,81	350,37	519,42	434,89	106,84	112	1,41	1,509
26	ref	307	307	0,81		244,68	244,68		112		
27	ref	345	345	0,81		274,38	274,38		112		
28	ref	404	404	0,81		322,60	322,60		112		
29	ref	403	403	0,81		349,57	349,57		112		
30	ref	417	417	0,81		344,49	344,49		112		

NC = Níveis de Concentrado; PCI= Peso corporal inicial; PCVZi= Peso de corpo vazio inicial; PC= Peso corporal; ref= referência; MANT= manutenção.

Tabela 8 – Conteúdos corporais de proteína e extrato etéreo em quilos (kg) e energia em megacalorias (Mcal)

ANIMAL	NC	PB_kg	EE_kg	EC (Mcal)
1	MANT	72,70	45,571	838,14
2	MANT	82,15	41,47	852,90
3	MANT	76,05	46,17	862,72
4	MANT	81,20	44,56	876,65
5	MANT	93,74	49,15	990,41
6	17	83,88	48,56	929,36
7	17	83,55	50,32	944,05
8	17	85,89	55,96	1010,23
9	17	86,83	45,44	916,66
10	17	101,09	57,78	1112,98
11	34	93,89	64,49	1135,39
12	34	91,83	58,56	1068,12
13	34	101,02	73,10	1256,55
14	34	98,86	63,05	1149,92
15	34	104,82	70,74	1255,75
16	51	95,03	72,20	1214,23
17	51	84,51	70,64	1140,22
18	51	108,6	82,25	1385,53
19	51	104,13	94,84	1478,26
20	51	107,63	92,57	1476,63
21	68	101,39	85,01	1370,47
22	68	105,20	86,31	1404,15
23	68	124,37	103,70	1675,60
24	68	111,56	94,82	1519,98
25	68	119,56	97,14	1586,81
26	ref	57,19	25,64	563,53
27	ref	64,63	37,98	721,38
28	ref	71,71	46,21	838,58
29	ref	79,40	43,93	860,54
30	ref	82,19	49,63	929,79

NC = Níveis de Concentrado; PB=Proteína bruta; EE=Extrato etéreo; ref= referência; MANT= manutenção.



Tabela 9 – Proteína retida (PR), energia retida (ER) e produção de calor (PC) em Mcal

ANIMAL	NC	PR (kg)	ER (Mcal)	PC (Mcal)
1	MANT	5,62	102,51	9,11
2	MANT	9,57	57,00	9,51
3	MANT	1,96	50,20	9,44
4	MANT	3,70	26,73	10,65
5	MANT	8,09	51,13	10,30
6	17	19,07	218,66	14,49
7	17	17,04	214,65	13,26
8	17	14,26	224,69	14,05
9	17	11,79	93,75	14,01
10	17	20,56	229,81	16,42
11	34	27,57	408,07	16,91
12	34	24,37	328,33	14,20
13	34	26,74	441,95	13,42
14	34	20,60	291,68	14,21
15	34	27,31	405,82	12,82
16	51	33,07	534,70	8,84
17	51	18,95	421,28	12,89
18	51	35,32	581,32	14,72
19	51	32,88	696,91	13,16
20	51	29,56	620,47	15,40
21	68	31,46	603,67	16,05
22	68	37,36	660,21	17,13
23	68	49,14	850,61	14,96
24	68	37,28	705,38	17,34
25	68	38,45	697,40	17,051
26	ref			
27	ref			
28	ref			
29	ref			
30	ref			

NC = Níveis de Concentrado; ref= referência; MANT= manutenção.