

LAURA FRANCO PRADOS

**DESEMPENHO E EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE BOVINOS
ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO DIFERENTES NÍVEIS DE
CÁLCIO E FÓSFORO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2012**

Aos meus pais, pelo AMOR, conselhos, dedicação, exemplos de trabalho e incentivo. E principalmente à minha mãe, por abrir mão dos seus sonhos para realizar os meus! E ao meu pai pelo exemplo.

À minha irmã e ao meu irmão, pelo apoio, amor e amizade. Vocês são meu complemento!

À Helena, pela alegria trazida para nossa família, pela pureza!

Ao André, mesmo longe, foi imprescindível na conclusão deste trabalho; pela ajuda, apoio, paciência e puxadas de orelha.

À minha família, por estarem sempre ao meu lado, me dando forças pra continuar essa caminhada!

Em memória da minha avó Silvia!

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela força para continuar e nunca desistir!

Aos meus pais e irmãos pelo amor e incentivo, pelo apoio nas horas mais difíceis. Espero nunca decepcioná-los e me tornar um exemplo para vocês e para pequena Helena.

À Helena, por trazer felicidade para nossa família e proporcionar os melhores momentos na minha casa.

Ao André, meu namorado, pelo amor, compreensão, apoio, paciência e incentivo em todos estes anos de formação acadêmica, pelo conforto nos momentos difíceis. Você se tornou um grande exemplo pra mim, minha base! Muito obrigada por tudo e principalmente por sempre acreditar em mim!

Aos meus avós, tios e primos que da maneira deles sempre torceram por mim e sempre estiveram presente, mesmo na minha ausência.

À Universidade Federal de Viçosa, pela minha formação e sobretudo ao Departamento de Zootecnia, por tornar possível a concretização deste curso.

Ao CNPq, INCT-CA, CAPES e FAPEMIG pelo apoio financeiro a esta pesquisa e concessão de bolsas.

Ao professor Sebastião de Campos Valadares Filho, meu ídolo, pela oportunidade, pela excelente orientação e por ser um exemplo de profissional. Muito obrigada pela paciência, principalmente nessa última etapa, e confiança em me dar um experimento único! Me sinto privilegiada em ser sua orientada.

Ao professor Edenio Detmann pelo tempo destinado à coorientação deste trabalho, paciência e pela ajuda imprescindível na fase final de conclusão desta dissertação.

Ao professor Mario Paulino pelos ensinamentos (desde a época da graduação) e contribuições.

Ao professor Marcos Marcondes pelos ensinamentos e amizade, desde os tempos de estagiária.

Às professoras Ana Luiza e Rilene Ferreira Diniz Valadares por disponibilizarem seu tempo e cooperarem com a realização e conclusão deste trabalho, pelo carinho e amizade.

Aos estagiários e bolsistas de iniciação científica, os quais foram essenciais e permitiram a realização e conclusão deste trabalho: Ana Clara, Arielzin, Carlos, Danillo (Formiga Cortadeira), Didinha (mau-humorado), Douguinha, Faider (Colombinha),

Flávia, Guaxinim, Keila, Lyvian, Marcelo Grossi, Mula, Núria, Sand, Zanetti, pela dedicação e comprometimento! Em especial ao Ariel, Zana, Danillo, Dida, Douguinha, Lyvian e Sand, não só pela ajuda, mas pela amizade construída.

À Stefanie (Luxus), se tornou uma orientadora pra mim! Obrigada pela amizade, paciência, ajuda e ensinamentos! E por saber o que o Tião gostaria antes mesmo dele pedir!

À Paloma (Piri), minha amiga e companheira de experimento. Pelas brigas e discussões que fizeram com que nossa amizade aumentasse ainda mais!

À Laysinha, meu anjo, pela amizade, falta de paciência e companheirismo no experimento! Você e Palomete tornaram o experimento mais agradável!

Aos meus amigos que se tornaram grandes estagiários: Stefs, Luciana (RS), Fabi Lana, Carol Filardi, Aline (Sinhá), Palominha, Laysão, Luiz, Erick, Leandrão, Pitoquinho, Sushi, Emília, Alexandre, pela amizade, ajuda, incentivo, estudos e momentos especiais.

Aos companheiros de experimento: Marcinho, Mateus, Márcia!

Aos amigos do SIMCORTE: Livinha, Sinhá, Luiz, Zana, Pedrão e Mozart.

Aos funcionários do DZO, especialmente ao Vanor, José Geraldo (Zezé), Natanael (Pum), Joécio (Ti Jojô), Marcelo Cardoso, Seu Jorge e Monteiro, pelo apoio, colaboração, amizade e convivência. Ao Plínio e Seu Mário, pela ajuda nas análises. À Fernanda da pós, pela paciência e ajuda!

Aos meus amigos da ZOO6 e amigos de Viçosa.

Aos meus boizinhos!!! Companheiros de toda hora!!

Meu MUITO OBRIGADA a todos, que de alguma forma, contribuíram para a concretização deste trabalho.

“Olhar para trás após uma longa caminhada pode fazer perder a noção da distância que percorremos, mas se nos detivermos em nossa imagem, quando a iniciamos e ao término, certamente nos lembraremos o quanto nos custou chegar até o ponto final, e hoje temos a impressão de que tudo começou ontem. Não somos os mesmos, mas sabemos mais uns dos outros...”

João Guimarães Rosa

BIOGRAFIA

LAURA FRANCO PRADOS, filha de Marcus Vinícius Franco Prados e Vera Lúcia da Silva Prados, nasceu em São Gotardo, MG, em 20 de maio de 1987.

Em 2006, ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, colando grau em julho de 2010.

Em agosto de 2010 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Exigências Nutricionais de Ruminantes, submetendo-se à defesa de dissertação em 24 de agosto de 2012.

CONTEÚDO

RESUMO	vii
ABSTRACT	x
Introdução Geral	1
Referências Bibliográficas	4
Consumo, digestibilidade, desempenho e características de carcaça de bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês com diferentes níveis de cálcio e fósforo na dieta	8
Resumo	8
Abstract	9
Introdução	10
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	20
Conclusões	36
Referências Bibliográficas	37
Exigências de energia e proteína de bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês com diferentes níveis de cálcio e fósforo na dieta	41
Resumo	41
Abstract	42
Introdução	43
Material e Métodos	44
Resultados e Discussão	55
Conclusões	62
Referências Bibliográficas	64
Avaliação de modelos para predição da composição química corporal de bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês	66
Resumo	66
Abstract	67
Introdução	68
Material e Métodos	69
Resultados e Discussão	76
Conclusões	93
Referências Bibliográficas	95

RESUMO

PRADOS, Laura Franco, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2012.
Desempenho e exigências nutricionais de bovinos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de cálcio e fósforo. Orientador: Sebastião de Campos Valadares Filho. Coorientadores: Edenio Detmann e Rilene Ferreira Diniz Valadares

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o consumo, a digestibilidade e o desempenho de bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês, alimentados com três níveis de cálcio e fósforo na dieta; estimar as exigências nutricionais de energia e proteína de bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês, não castrados; e testar equações para predição da composição química corporal da carcaça, dos componentes não-carcaça e do corpo vazio obtidas por Hankins & Howe (1946) e pelo BR-CORTE (2006 e 2010), a partir da seção compreendida entre a 9ª e a 11ª costelas. No capítulo 1 objetivou-se avaliar os consumos de matéria seca (CMS) e dos nutrientes, o ganho médio diário, as digestibilidades, o rendimento de carcaça e a área de olho de lombo de animais cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês, alimentados com três níveis de cálcio e fósforo. Foram utilizados 40 bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês, não castrados, com peso inicial de 214 ± 4 kg e idade média de $11 \pm 0,2$ meses. Quatro animais foram abatidos para compor o grupo referência e os 36 animais alimentados à vontade foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3×3 , sendo três níveis de cálcio e fósforo (baixo, médio e normal) e três períodos de confinamento (56, 112 ou 168 dias) com quatro repetições. As dietas foram isoprotéicas (126,1 g/kg) e constituídas de silagem de milho e concentrado, na relação de 60:40 na base da matéria seca. Para avaliar as digestibilidades foram utilizadas coletas totais de fezes obtidas durante três dias consecutivos, no final de cada período de confinamento. Não houve interação significativa entre níveis de cálcio e fósforo e períodos de confinamento para nenhuma das variáveis avaliadas. Os consumos de matéria seca (CMS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria orgânica (MO), carboidratos não fibrosos (CNF), cálcio (Ca) e fósforo (P), quando expressos em kg/dia ou g/dia, foram maiores ($P < 0,05$) para os animais que permaneceram mais dias confinados e quando o CMS foi representado em função do peso corporal (PC), houve redução ($P < 0,05$) nos animais que permaneceram mais tempo confinados. O consumo de Ca foi influenciado pelo nível deste na dieta ($P < 0,05$), sendo maior nos animais alimentados com nível normal desse mineral na dieta. As digestibilidades dos nutrientes não foram afetadas ($P > 0,05$) por nenhum dos fatores estudados. O ganho de peso médio

diário (GMD) dos animais não foi influenciado ($P>0,05$) por nenhum dos fatores estudados. Os rendimentos de carcaça quente e frio (RQC e RCF) foram menores ($P<0,05$) para animais que permaneceram menos tempo confinados. Conclui-se que os níveis dietéticos de cálcio e fósforo recomendados pelo BR-CORTE (2010) para confinamento de bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês podem ser reduzidos, respectivamente, em 50 e 20%. No capítulo 2 objetivou-se determinar as exigências nutricionais de energia e proteína para manutenção e ganho de peso de bovinos machos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês não castrados, bem como suas eficiências. Foram utilizados 50 bovinos cruzados não castrados, com peso inicial de 214 ± 4 kg e idade média de $11\pm0,2$ meses. Os animais foram divididos em: quatro para referência, dez para o grupo manutenção e 36 animais alimentados à vontade que foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3×3 , sendo três períodos de confinamento (56, 112 ou 168 dias) e três níveis de cálcio e fósforo (baixo, médio e normal) na dieta. Quatro dos animais manutenção foram encaminhados ao laboratório de metabolismo e calorimetria da UFMG para medição da produção de calor através da respirometria. As dietas foram constituídas de silagem de milho e concentrado (60:40), sendo isoprotéicas (126,1 g/kg). Após os abates foram obtidas duas amostras compostas para cada animal, denominadas carcaça e não-carcaça. As exigências de energia líquida (ELm) e metabolizável para manutenção (EMm) foram obtidas relacionando a produção de calor (PC) e o consumo de energia metabolizável (CEM), enquanto que as exigências de energia para ganho (ELg) e as exigências líquidas de proteína para ganho (PLg) foram obtidas em função do peso de corpo vazio (PCVZ) e do ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ). As exigências de ELm e EMm foram, respectivamente, 68,9 e 90,1 kcal/PCVZ^{0,75}/dia. A km foi de 76%. A exigência de ELm obtida na câmara respirométrica foi de 85,5 kcal/kg^{0,75}. As equações obtidas para ELg e PLg foram: ELg (Mcal/dia) = $0,0505_{\pm0,000986} \times \text{PCVZ}^{0,75} \times \text{GPCVZ}^{1,095}$ e PLg (g/dia) = $162,79_{\pm18,2546} \times \text{GPCVZ} - 1,30_{\pm5,3010} \times \text{ER}$. As eficiências para deposição de gordura e de proteína foram de 70% e 15%. Conclui-se que as exigências de ELm e EMm para bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês não castrados são de, respectivamente: 68,9 e 90,1 kcal/PCVZ^{0,75}/dia; e que as exigências de ELg e PLg podem ser obtidas pelas respectivas equações: ELg (Mcal/dia) = $0,0505_{\pm0,000986} \times \text{PCVZ}^{0,75} \times \text{GPCVZ}^{1,095}$ e PLg (g/dia) = $162,79_{\pm18,2546} \times \text{GPCVZ} - 1,30_{\pm5,3010} \times \text{ER}$. No capítulo 3 objetivou-se testar as equações para predição da composição corporal propostas por Hankins & Howe (1946) e pelo BR-CORTE (2006 e 2010) a partir da seção compreendida entre a 9ª e 11ª

costelas para bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês não castrados. Foram utilizados 46 bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês não castrados, com peso inicial de 214 ± 4 kg e idade média de $11 \pm 0,2$ meses. As dietas foram constituídas de silagem de milho e concentrado (60:40), sendo isoprotéicas (126,1 g/kg). Após os abates, foi retirada a seção compreendida entre a 9ª e 11ª costelas da carcaça direita, e realizada sua completa dissecação. Da mesma forma, foi realizada a dissecação completa da carcaça direita do animal. Foram também avaliados o peso de corpo vazio, rendimento de carcaça, porcentagens de gordura visceral e órgãos e vísceras e a composição dos componentes químicos da carcaça, não carcaça e do peso de corpo vazio. As avaliações comparativas da eficiência de predição entre os modelos foram feitas por intermédio da estimativa do quadrado médio do erro da predição e seus componentes, pelo coeficiente de correlação e concordância (CCC) e pela distribuição dos erros de predição. As equações propostas pelo BR-CORTE (2006) estimaram adequadamente a proteína bruta e a água da carcaça e o extrato etéreo e a água do corpo vazio. As equações propostas pelo BR-CORTE (2010) estimaram adequadamente a proteína bruta e o extrato etéreo da carcaça e a proteína bruta do corpo vazio. As equações propostas por Hankins & Howe (1946) estimaram adequadamente apenas a proteína bruta da carcaça. Foram geradas novas equações para a predição da composição química dos componentes não-carcaça. Conclui-se que as equações propostas pelo BR-CORTE (2010) estimam adequadamente a proteína bruta e o extrato etéreo da carcaça e a proteína bruta do corpo vazio de bovinos cruzados; e que as equações propostas pelo BR-CORTE (2006) estimam adequadamente a proteína bruta e a água da carcaça e o extrato etéreo e a água do corpo vazio. As equações propostas para estimar a composição química dos componentes não carcaça para bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês foram: $PB_{NC} = 15,55 + 0,11 \times PB_{SEC} + 0,004 \times PCVZ$; $EE_{NC} = 8,47 + 0,11 \times EE_{SEC} + 2,99 \times GV - 0,74 \times OV$ e $A_{NC} = 60,31 + 0,25 \times A_{SEC} - 1,97 \times GV$.

ABSTRACT

PRADOS, Laura Franco, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, August of 2012.
Performance and nutritional requirements of cattle feed diets containing diferente levels of calcium and phosphorus. Adviser: Sebastião de Campos Valadares Filho. Co-Advisers: Edenio Detmann and Rilene Ferreira Diniz Valadares

This study was conducted to evaluate intake, digestibility and performance of crossbred cattle ($\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holstein) fed three levels of calcium and phosphorus diets; to determine energy and protein requirements of crossbred cattle ($\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holstein), uncastrated, and evaluate equations to predict carcass, non-carcass components and empty body chemical composition, obtained by Hankins & Howe (1946) and the BR-CORTE (2006 and 2010), using the section between the 9-11th rib. The first chapter aimed to evaluate the dry matter intake (DMI) and nutrients, average daily gain, digestibility, carcass dressing and loin eye area of crossbred cattle ($\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holstein), fed three levels calcium and phosphorus. We used 40 crossbred cattle ($\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holstein), with an initial weight of 214 ± 4 kg and a mean age of 11 ± 0.2 months. Four animals were slaughter to make up the reference group and 36 animals fed *ad libitum* were distributed in a completely randomized design, 3×3 factorial arrangement, three levels of calcium and phosphorus (low, medium and normal) and three feedlot time (56, 112 or 168 days) with four replications. Diets were isonitrogenous (126.1 g/kg) and consisting of corn silage and concentrate, the ratio of 60:40 on dry matter basis. To evaluate the total digestibilities were used stool samples obtained during three consecutive days, at the end of each feedlot time. There wasn't significant interaction between calcium and phosphorus levels and periods of confinement for any variable. The dry matter intake (DMI), crude protein (CP), ether extract (EE), organic matter (OM), non-fiber carbohydrates (NFC), calcium (Ca) and phosphorus (P), expressed in kg/day or g/day, were higher ($P < 0.05$) for animals which remained more days at feedlot, when the DMI was represented as a function of body weight (BW) decreased ($P < 0.05$) in this animals. The calcium intake was influenced by its level in the diet ($P < 0.05$), being higher in animals fed normal levels of this mineral in the diet. The digestibility of nutrients were not affected ($P > 0.05$) by any of factors studied. The average daily weight gain (ADG) of animals was not affected ($P > 0.05$) by any of factors studied. The carcass dressing were lower ($P < 0.05$) for animals which spent less time confined. It is conclude that dietary levels of calcium and phosphorus recommended by the BR-CORTE (2010) for feedlot crossbred cattle ($\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$

Holstein) can be reduced, respectively, by 50 and 20%. The second chapter aimed to determine the energy and protein requirements for maintenance and weight gain of crossbred cattle ($\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holstein) and their efficiency. We used 50 crossbred cattle, uncastrated with an initial weight of 214 ± 4 kg and a mean age of 11 ± 0.2 months. Four animals belonged to reference group, ten to maintenance group and 36 animals were distributed in a completely randomized design, 3×3 factorial arrangement, with three feedlot time (56, 112 or 168 days) and three calcium and phosphorus levels (low, medium and normal) diet. Four animals of maintenance group were sent to the laboratory of metabolism and calorimetry in UFMG to measure heat production through respirometry. Diets were composed of corn silage and concentrate (60:40) and isonitrogenous (126.1 g/kg). After slaughtering, two composite samples were obtained for each animal, called carcass and non-carcass. The net (NEm) and metabolizable (ME_m) energy requirement for maintenance were obtained relating heat production (HP) and metabolize energy intake (MEI), while the net energy requirements for gain (NE_g) and net protein requirements for gain (PN_g) were obtained as a function of empty body weight (EBW) and the gain of empty body weight (EBG). The requirements NEm and ME_m were respectively 68.9 and 90.1 kcal/EBW^{0.75}/day. The km was 76%. The NEm requirement obtained in respirometric chamber was 85.5 kcal/BW^{0.75}. The equations to NE_g and NP_g were NE_g (Mcal/day) = $0.0505 \pm 0.000986 \times \text{EBW}^{0.75} \times \text{EBG}^{1.095}$ and NP_g (g/day) = $162.79 \pm 18.2546 \times \text{EBG} - 1,30 \pm 5.3010 \times \text{NE}_g$. The efficiencies for deposition of protein and fat were 70% and 15%. It is conclude that the NEm and ME_m requirements crossbred cattle ($\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holstein) uncastrated are, respectively: 68.9 and 90.1 kcal/EBW^{0.75}/day, and the NE_g and NP_g requirements can be obtained by the respective equations: NE_g (Mcal/day) = $0.0505 \pm 0.000986 \times \text{EBW}^{0.75} \times \text{EBG}^{1.095}$ and NP_g (g/day) = $162.79 \pm 18.2546 \times \text{EBG} - 1,30 \pm 5.3010 \times \text{NE}_g$. The third chapter aimed to test the equations for predicting chemical body composition proposed by Hankins & Howe (1946) and BR-CORTE (2006 and 2010) using the section between the 9-11th rib for crossbred cattle ($\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holstein) uncastrated. We used 46 crossbred cattle ($\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holstein) uncastrated with an initial weight of 214 ± 4 kg and a mean age of 11 ± 0.2 months. Diets were composed of corn silage and concentrate (60:40), and isonitrogenous (126.1 g/kg). After slaughtering, the section was removed between the 9-11th rib of the right carcass, and it was complete dissected. Similarly, the right carcass of animal was complete dissected. We also evaluated the empty body weight, carcass dressing, percent of visceral fat, percent of organs and

viscera and the carcass, not carcass and empty body weight chemical composition. The prediction efficiency between models were made by estimating the mean square error of prediction and its components, concordance correlation coefficient (CCC) and distribution of the prediction errors. The equations proposed by BR-CORTE (2006) estimated adequately crude protein and water of carcass and ether extract and water of empty body. The equations proposed by BR-CORTE (2010) estimated adequately crude protein and ether extract of carcass and crude protein of empty body. The equations proposed by Hankins & Howe (1946) estimated accurately only crude protein of carcass. New equations were generated to predict the chemical composition of non-carcass components. It is conclude that the equations proposed by BR-CORTE (2010) estimated correctly the crude protein and ether extract of carcass and crude protein of empty body for crossbred cattle, and that the equations proposed by BR-CORTE (2006) estimate properly the crude protein and water of carcass, and ether extract and water of empty body. The proposed equations to estimate the chemical composition of non carcass for crossbred cattle ($\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holstein) were $CP_{NC} = 15.55 + 0.11 \times CP_{sec} + 0.004 \times EBW$; $EE_{NC} = 8.47 + 0.11 \times EE_{sec} + 2.99 \times VF - 0.74 \times OV$ and $W_{NC} = 60.31 + 0.25 \times W_{sec} - 1.97 \times VF$.

INTRODUÇÃO GERAL

A pecuária de corte é uma das mais importantes atividades do agronegócio brasileiro, sendo responsável por uma parcela significativa do produto interno bruto.

O Brasil possui o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, atingindo, em 2010, o efetivo de 209,5 milhões de cabeças, aumento de 2,1% em relação ao ano anterior (IBGE, 2011). Entretanto, a produtividade da pecuária brasileira é baixa, com índices econômicos e produtivos pouco representativos.

A eficiência produtiva é fundamental, mas esta deve vir acompanhada de sustentabilidade. É eminente a preocupação em desenvolver sistemas de produção que preservem o meio ambiente. Um sistema de produção de bovinos que visa à sustentabilidade requer a compreensão de vários fatores relacionados à produção, principalmente utilização de novas tecnologias e práticas de manejo que promovam o aumento da produtividade. Em qualquer sistema de produção, a nutrição é o fator de mais alto custo, e esse é um dos principais fatores que afetam o desempenho animal. Assim o conhecimento e a adoção de medidas mais racionais no manejo alimentar têm a capacidade de gerar grande impacto econômico e na qualidade dos sistemas de produção de carne.

Uma vez conhecida a composição dos alimentos e seu valor nutritivo, pode-se atender às exigências nutricionais dos animais com maior eficácia. Dessa forma, determinar as exigências de todas as categorias animais é de fundamental importância devido à adequação no uso dos alimentos, e, conseqüentemente, no custo da alimentação.

No Brasil, o balanceamento de dietas destinadas a bovinos de corte tem sido realizado a partir das estimativas de exigências nutricionais sugeridas por conselhos internacionais (AFRC, ARC, NRC, etc) devido à relativa escassez de dados nacionais.

Nestes conselhos, as exigências nutricionais são baseadas em informações obtidas com animais *Bos taurus*, embora haja diferenças nas exigências de animais *Bos indicus*. De acordo com o NRC (2000), zebuínos teriam menor exigência de energia para manutenção que taurinos.

A primeira Tabela Brasileira de Exigências Nutricionais de Zebuínos foi publicada no ano de 2006 por Valadares Filho e colaboradores, tendo se tornado essencial para otimizar o desempenho animal e tornar as rações formuladas no Brasil mais econômicas, sendo publicada a segunda edição em 2010. Porém, essas necessitam de acréscimos de informações para ampliação da exatidão das estimativas.

A utilização de animais em crescimento nos experimentos de exigências nutricionais não tem sido frequente no Brasil e os dados em condições brasileiras para pesos menores são escassos. Animais oriundos do cruzamento entre zebuínos e holandeses não compuseram a base de dados do BR-CORTE (2010). Este tipo de animal é muito importante para as condições brasileiras, devido ao sistema vaca de leite bezerro de corte encontrado em muitas propriedades.

O tempo de confinamento influencia o desempenho dos animais e também as exigências destes. Para o desenvolvimento de equações de exigências há necessidade de utilizar animais com diferentes pesos, o que justifica o uso de diferentes períodos de confinamento e consequentemente diferentes faixas de peso.

Por outro lado, no Brasil, são escassos os trabalhos conduzidos para quantificação das exigências de minerais para bovinos, principalmente por ser um procedimento laborioso e dispendioso. Poucos trabalhos foram conduzidos para a determinação dos requerimentos de minerais, mas os resultados encontrados são muito variáveis. As exigências de minerais são dependentes do nível de produtividade dos animais.

O cálcio e o fósforo são os minerais em maior proporção no corpo animal. Para que sejam bem assimilados pelo organismo é necessário o fornecimento do nível e proporção adequados destes na dieta, reduzindo desta forma a excreção no ambiente e o custo da ração. Em trabalhos conduzidos no Brasil têm sido demonstrado que a concentração de minerais no corpo animal diminui com o aumento do peso corporal (PC). Segundo Coelho da Silva (1995) e Fontes (1995), quanto maior a deposição de gordura, menores os depósitos de minerais. O decréscimo das exigências de Ca e P com o aumento do PC é coerente com vários relatos na literatura (Fontes, 1995; Paulino et al., 1997; Ferreira et al., 1998).

Diante disso é fundamental quantificar os requerimentos de minerais com raças e cruzamentos utilizados e adaptados às condições brasileiras.

Para se avaliar a composição corporal de um animal é necessário realizar o abate e a dissecação de pelo menos meia carcaça. Este processo, contudo, mostra-se oneroso e laborioso.

Alguns pesquisadores (Hankins & Howe, 1946; Kraybill et al., 1952) desenvolveram modelos para prever a composição corporal do animal através de medidas indiretas como: cortes na carcaça, ultrassom e excreção de creatinina. No entanto, estes métodos ainda precisam de validações e/ou ajustamentos para uso em condições brasileiras.

Hankins e Howe (1946) foram essenciais nesse contexto, uma vez que esses autores geraram equações para obter a composição da carcaça a partir da composição da seção entre a 9^a e a 11^a costelas. Essas equações se tornaram referência para experimentos conduzidos em todo o mundo; entretanto, nessas foram consideradas apenas as composições física e química do *soft tissue* (carne mais gordura).

Em muitos estudos têm-se mensurado e testado estas equações (Paulino, 2005; Souza, 2010; Marcondes, 2012). A composição da carcaça inteira é necessária para o conhecimento de cada componente nela contido. Porém, para entender como os animais utilizam os nutrientes ou estimar as exigências nutricionais, a composição química do corpo vazio é fundamental. Marcondes et al. (2010), analisando banco de dados de 329 animais de 10 experimentos conduzidos em condições tropicais, geraram equações na tentativa de estimar a composição física e química do corpo vazio. Porém, estas ainda não foram validadas para animais oriundos do cruzamento entre zebuínos e holandeses.

Com isso, objetivou-se neste trabalho avaliar o consumo, o desempenho, a digestibilidade e as características de carcaça de bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês, não castrados, alimentados com diferentes níveis de cálcio e fósforo na ração; estimar as exigências nutricionais de energia e proteína desses animais e avaliar as equações geradas pelo BR-CORTE em 2006 e 2010 e por Hankins e Howe (1946) para predição da composição química da carcaça e do corpo vazio e gerar equações para estimar a composição química dos componentes não-carcaça.

Referências Bibliográficas

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. 1991. Technical committee on responses to nutrients, Report 6. A reappraisal of the calcium and phosphorous requirements of sheep and cattle. *Nut. Abs. Rev.*, 61:576-612.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. 1980. **The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock**. London: Agricultural Research Council. The Gresham Press, 351p.
- COELHO DA SILVA, J.F. 1995. Exigências de macroelementos inorgânicos para bovinos: o sistema ARC/AFRC e a experiência no Brasil. In: Simpósio Internacional

sobre Exigências Nutricionais de Ruminantes, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: DZO, 504p.

FERREIRA, M.A., VALADARES FILHO, S.C., VALADARES, R.F.D. et al. 1998.

Composição corporal e exigências, de cálcio e fósforo para ganho de peso de bovinos F1 Simental x Nelore, não castrados. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu, SP: SBZ, p.389-391.

FONTES, C.A.A. 1995. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para

ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuínos e mestiços europeu-zebu. Resultados experimentais. In: Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Ruminantes, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: DZO, p.419-455.

HANKINS, O. G.; HOWE, P. E. 1946. Estimation of the composition of beef carcasses and cuts. [T.B.]: United States Department of Agriculture, p.1-19 (**Technical Bulletin** - USDA, 926).

IBGE; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Acesso em 10 de julho de 2012.

Disponível on line:
http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=2002&id_pagina=1.

KRAYBILL, H. F.; BITTER, H. L.; HANKINS, O .G. Body composition of cattle.

1952. II. Determination of fat and water content from measurement of body specific gravity. **Journal of Applied Physiology**, v.4, p. 575-583.

MARCONDES, M. I. ; TEDESCHI, L. O. ; VALADARES FILHO, S. C. et al.

Prediction of physical and chemical body compositions of purebred and crossbred

- Nellore cattle using the composition of a rib section. 2012. Journal of Animal Science, v. 90, p. 1280-1290.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. 2001. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 381p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1996. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. National Academy Press: Washington, D.C. 242p.
- PAULINO, P.V.R., COSTA, M.A.L, VALADARES FILHO, S.C. et al. 2005. 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, p.327-339.
- PAULINO, M.F., FONTES, C.A.A., JORGE, A.M. et al. 1997. Exigências de macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) para ganho de peso de bovinos não castrados de quatro raças zebuínas. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34., 1997. Juiz de Fora, MG. **Anais ...** Juiz de Fora: SBZ, p.19-21.
- SOUZA, E.J.; 2010. **Desempenho e Exigências Nutricionais de Fêmeas Nelore, F1 Angus X Nelore e F1 Simental X Nelore em Dietas contendo Alto ou Baixo Nível de Concentrado**. Pernambuco: Universidade Federal Rural de Pernambuco. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco,
- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; PAULINO, P.V.R., et al. 2010. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR CORTE**. 2 ed. Viçosa: UFV, Suprema Gráfica Ltda.193p.

VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. 2006.

Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos – BR

CORTE. 1 ed. Viçosa: UFV, Suprema Gráfica Ltda. 142p.

CAPÍTULO 1

Consumo, digestibilidade, desempenho e características de carcaça de bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês alimentados com diferentes níveis de cálcio e fósforo na dieta

Resumo – Objetivou-se avaliar os consumos de matéria seca (CMS) e dos nutrientes, as digestibilidades, o ganho médio diário, o rendimento de carcaça e a área de olho de lombo de bovinos cruzados. Foram utilizados 40 bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês, não castrados, com peso inicial de 214 ± 4 kg e idade média de $11 \pm 0,2$ meses. Quatro animais foram abatidos para referência e os 36 animais restantes foram alimentados à vontade e distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3×3 , sendo três níveis de cálcio e fósforo (baixo, médio e normal) e três períodos de confinamento (56, 112 ou 168 dias) com quatro repetições. As dietas foram isoprotéicas (126,1 g/kg) e constituídas de silagem de milho e concentrado (60:40) na base da matéria seca. Para avaliar as digestibilidades, foram utilizadas coletas totais de fezes obtidas durante três dias, no final de cada período. Os consumos de matéria seca (CMS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria orgânica (MO), carboidratos não fibrosos (CNF), cálcio (Ca) e fósforo (P), quando expressos em kg/dia, foram maiores ($P < 0,05$) para os animais que permaneceram mais dias confinados e quando o CMS foi representado em função do peso corporal, houve redução ($P < 0,05$) nos animais que permaneceram mais tempo confinados. O consumo de Ca foi influenciado pelo nível deste na dieta ($P < 0,05$), sendo maior nos animais alimentados com nível normal desse mineral. A digestibilidade da MS foi influenciada ($P < 0,05$) pelo período de confinamento. As digestibilidades dos nutrientes e o ganho de peso médio diário não foram afetados ($P > 0,05$) por nenhum dos fatores. Os rendimentos de carcaça quente e frio foram menores ($P < 0,05$) para animais que permaneceram menos tempo confinados. Conclui-se que os níveis dietéticos de cálcio e fósforo recomendados pelo BR-CORTE (2010) podem ser reduzidos em 50 e 20%, respectivamente, no confinamento de bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês.

CHAPTER 1

Intake, digestibility, performance and carcass traits of crossbred cattle ($\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês) fed diferentes levels calcium and phosphorus

Abstract– The first chapter aimed to evaluate the dry matter intake (DMI) and nutrients, average daily gain, digestibility, carcass dressing and loin eye area of crossbred cattle ($\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holstein), fed three levels calcium and phosphorus. We used 40 crossbred cattle ($\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holstein), with an initial weight of 214 ± 4 kg and a mean age of 11 ± 0.2 months. Four animals were slaughter to make up the reference group and 36 animals fed *ad libitum* were distributed in a completely randomized design, 3×3 factorial arrangement, three levels of calcium and phosphorus (low, medium and normal) and three feedlot time (56, 112 or 168 days) with four replications. Diets were isonitrogenous (126.1 g/kg) and consisting of corn silage and concentrate, the ratio of 60:40 on dry matter basis. To evaluate the total digestibilities were used stool samples obtained during three consecutive days, at the end of each feedlot time. There wasn't significant interaction between calcium and phosphorus levels and periods of confinement for any variable. The dry matter intake (DMI), crude protein (CP), ether extract (EE), organic matter (OM), non-fiber carbohydrates (NFC), calcium (Ca) and phosphorus (P), expressed in kg/day or g/day, were higher ($P < 0.05$) for animals which remained more days at feedlot, when the DMI was represented as a function of body weight (BW) decreased ($P < 0.05$) in this animals. The calcium intake was influenced by its level in the diet ($P < 0.05$), being higher in animals fed normal levels of this mineral in the diet. The digestibility of nutrients were not affected ($P > 0.05$) by any of factors studied. The average daily weight gain (ADG) of animals was not affected ($P > 0.05$) by any of factors studied. The carcass dressing were lower ($P < 0.05$) for animals which spent less time confined. It is conclude that dietary levels of calcium and phosphorus recommended by the BR-CORTE (2010) for feedlot crossbred cattle ($\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holstein) can be reduced, respectively, by 50 and 20%.

Introdução

O Brasil possui o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, atingindo, em 2010, o efetivo de 209,5 milhões de cabeças, aumento de 2,1% em relação ao ano anterior (IBGE, 2011). Entretanto, a produtividade é baixa, com índices econômicos e produtivos pouco representativos quando comparados aos países desenvolvidos. Como a pecuária de corte é uma das mais importantes atividades do agronegócio no Brasil, sendo responsável por parcela significativa do produto interno bruto, a cadeia produtiva da carne deve se aperfeiçoar constantemente para alcançar índices desejados.

Embora representem apenas cerca de 4% do peso corporal dos animais, os minerais exercem funções vitais no organismo animal, fazendo parte da constituição de tecidos e fluidos, composição estrutural dos órgãos e tecidos corporais e são catalisadores de sistemas enzimáticos, com reflexos no desempenho animal. O cálcio e o fósforo são os minerais em maior proporção no corpo animal. O fornecimento do nível adequado desses na dieta reduz sua excreção no ambiente e o custo da ração.

Trabalhos conduzidos no Brasil têm demonstrado que a concentração de mineral no corpo animal diminui com o aumento do peso corporal. Segundo Coelho da Silva (1995) e Fontes (1995), quanto maior a deposição de gordura, menores os depósitos de minerais. O decréscimo das exigências líquidas de Ca e P para ganho com a elevação do peso corporal (PC) tem sido mostrado em vários relatos na literatura nacional (Fontes, 1995; Paulino et al., 1997; Ferreira et al., 1998). Dessa forma, sugere-se que as exigências dietéticas desses minerais, descritas pelo BR-CORTE em 2010 (Gionbelli et al., 2010), podem ser reduzidas sem afetar o desempenho de bovinos terminados em confinamento.

O tempo de confinamento influencia o desempenho dos animais e também as exigências desses. Para o desenvolvimento de equações de exigências há necessidade de

utilizar animais com diferentes pesos, o que justifica o uso de diferentes períodos de confinamento e consequentemente diferentes faixas de peso.

Portanto, objetivou-se avaliar os consumos e as digestibilidades da matéria seca e dos nutrientes e o desempenho de bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês, não castrados, alimentados com três níveis de cálcio e fósforo na dieta.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no confinamento experimental do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG, sendo a parte de campo conduzida no período de fevereiro a agosto de 2011.

Foram utilizados 40 bovinos machos $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês, não castrados com peso corporal médio inicial de 214 ± 4 kg e idade média de $11 \pm 0,2$ meses. Do total de animais, quatro foram aleatoriamente selecionados para compor o grupo referência. Os tratamentos foram designados às unidades experimentais em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3×3 , sendo três níveis de cálcio e fósforo (baixo, médio e normal) e três períodos de confinamento (56, 112 ou 168 dias) com quatro repetições. Os três níveis de cálcio e fósforo foram: baixo = 1,8 e 2,2 g/kg; médio = 3,0 e 2,4 g/kg; normal = 4,2 e 2,6 g/kg, respectivamente de cálcio e fósforo na base da matéria seca da dieta.

A dieta foi formulada de acordo com o BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2010), para um ganho médio diário de 1,25 kg, sendo apenas os níveis de cálcio e fósforo variados para constituir os fatores baixo, médio e normal das dietas experimentais. O nível mais baixo de fósforo não continha fonte de fósforo suplementar e o teor de cálcio foi calculado para suprir 50% das exigências descritas pelo BR-CORTE (Gionbelli et al., 2010), sendo que o fósforo supria 80% das exigências. O nível médio foi

considerado como 75% das exigências de cálcio e 90% das exigências de fósforo, enquanto que o nível normal foi calculado para atender 100% das exigências nutricionais desses dois minerais descritas pelo BR-CORTE (Gionbelli et al., 2010).

Inicialmente, todos os animais foram pesados, identificados e tratados contra ecto e endoparasitas. Os animais passaram por um período de adaptação de 30 dias às condições do experimento e às instalações.

A dieta foi constituída de 60% de silagem de milho na base da matéria seca (MS) e 40% de concentrado formulado à base de fubá de milho, farelo de soja, uréia/sulfato de amônio, calcário, fosfato bicálcico, sal comum e mistura micromineral. A composição química média dos alimentos utilizados na formulação das dietas é apresentada na Tabela 1, e as proporções dos ingredientes no concentrado e nas dietas e sua composição química média são apresentadas na Tabela 2.

Após o período de adaptação, em que todos os animais receberam a mesma dieta, os animais referência foram abatidos. A relação entre o peso de corpo vazio (PCVZ) e o peso corporal em jejum (PCJ) obtida foi utilizada para estimar o PCVZ inicial dos animais remanescentes; sendo também feita a relação entre o peso de carcaça e o peso corporal dos animais referência para estimação do peso de carcaça inicial dos animais remanescentes no experimento.

Tabela 1 – Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.

Itens	Silagem de milho	Fubá de milho	Farelo de soja	Calcário	Fosfato bicálcico	Sal	Uréia	SA ²
g/kg								
MS ¹	290,8	863,4	878,4	999,2	962,5	990,6	976,9	971,2
g/kg MS ¹								
MO ¹	949,0	985,4	923,5	-	94,6	31,5	994,2	977,3
PB ¹	67,7	92,5	525,2	-	-	-	2897,8	1337,8
EE ¹	35,3	29,7	16,1	-	-	-	-	-
FDN _{cp} ¹	475,3	93,8	113,9	-	-	-	-	-
CNF ¹	370,7	769,4	268,3	-	-	-	-	-

¹ MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigido para proteína bruta e cinzas; CNF = carboidratos não fibrosos.

² SA = sulfato de amônio

Os alimentos foram fornecidos duas vezes ao dia (todo o volumoso na parte da manhã juntamente com metade do concentrado e à tarde o restante do concentrado), sendo o fornecimento ajustado diariamente de forma a manter as sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. A quantidade de ração oferecida foi registrada diariamente, assim como foram coletadas as amostras da silagem de milho e das sobras de cada animal, sendo essas posteriormente congeladas. As amostras foram agrupadas, de forma proporcional, a cada período de sete dias, constituindo-se em amostras compostas, as quais foram parcialmente secas em estufa com ventilação forçada a 55°C por 72h e moídas em moinho de facas (1 mm). Foi elaborada a amostra composta das sobras de cada animal e da silagem de milho por subperíodo de 28 dias de forma proporcional à matéria seca ao ar das sobras e da silagem de milho de cada semana.

Devido à dimensão do experimento foram elaboradas amostras compostas para cada período experimental proporcionalmente à quantidade de cada mistura do concentrado.

As pesagens dos animais foram efetuadas a cada 28 dias para acompanhamento do ganho de peso dos animais. O experimento foi subdividido em três períodos de 56 dias, com três abates no final de cada (56, 112 e 168 dias).

Para avaliação da digestibilidade total das dietas, 18 animais foram mantidos em sistema *Tie Stall*, em baias cobertas, com piso de concreto, bebedouro automático e comedouro individual.

O ensaio de digestibilidade foi realizado imediatamente antes de cada um dos três períodos de abate, em que foram coletadas as excreções totais de fezes durante três dias consecutivos. Ao completar 24 horas de coleta, as fezes foram pesadas, homogeneizadas e uma amostra foi retirada. Esta foi pesada e seca em estufa de ventilação forçada, a 55°C por 72 horas, segundo método INCT-CA G-001/1 e moída em moinho de facas (1 mm). Posteriormente, foi preparada uma amostra composta por animal em cada período, com base no peso seco ao ar de cada dia de coleta.

As amostras de alimentos, sobras e fezes foram avaliadas quanto aos teores de matéria seca definitiva (MS), segundo método INCT-CA G-003/1, matéria mineral (MM) segundo método INCT-CA M-001/1, proteína bruta (PB) segundo método INCT-CA N-001/1, fibra em detergente neutro (FDN) segundo método INCT-CA F-001/1 e correções para proteína e cinzas, respectivamente, segundo método INCT-CA N-004/1 e INCT-CA M-002/1, e extrato etéreo (EE) segundo método INCT-CA G-004/1, conforme descritos por Detmann et al. (2012). A solução mineral para determinação de cálcio e fósforo foi preparada por digestão nitro-perclórica, segundo método INCT-CA M-004/1. Após as devidas diluições, o teor de P foi determinado por colorimetria, segundo método INCT-CA M-008/1 e o Ca por espectrofotometria de absorção atômica.

Tabela 2 – Proporções dos alimentos no concentrado e na dieta e a composição dos concentrados e das dietas na base da matéria seca.

Ingredientes	Concentrados			Dietas		
	Baixo ²	Médio ²	Normal ²	Baixo ²	Médio ²	Normal ²
Proporção (g/kg MS)						
Silagem de Milho	-	-	-	600,0	600,0	600,0
Fubá de Milho	802,7	802,7	802,7	320,0	320,0	320,0
Farelo de Soja	147,7	147,7	147,7	59,0	59,0	59,0
Calcário	3,7	9,3	14,9	1,7	4,2	6,7
Fosfato Bicalc.	0	3,3	6,9	0	1,5	3,0
Sal	4,6	4,6	4,6	2,0	2,0	2,0
Uréia	20,4	20,4	20,4	9,0	9,0	9,0
Sulf. de Amônio	2,3	2,3	2,3	1,0	1,0	1,0
Areia	18,4	9,2	0	8,0	4,0	0
Microminerais	0,5	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2
Composição Química (g/kg MS)						
MS ¹	871,6	871,5	871,4	523,1	523,0	523,0
MO ¹	949,9	950,3	950,7	949,3	949,5	949,6
PB ¹	213,9	213,9	213,9	126,1	126,1	126,1
EE ¹	26,2	26,2	26,2	31,6	31,6	31,6
FDNcp ¹	92,1	92,1	92,1	322,0	322,0	322,0
CNF ¹	653,9	654,3	654,7	485,6	485,8	485,9
Cálcio	1,8	4,8	7,7	1,8	3,0	4,2
Fósforo	2,4	2,8	3,2	2,2	2,4	2,6

¹ MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para proteína bruta e cinzas; CNF = carboidratos não fibrosos.

² Baixo = suprimento de 38% e 86% das exigências descritas pelo BR-CORTE para suprir respectivamente cálcio e fósforo; Médio = suprimento de 64% e 94% das exigências descritas pelo BR-CORTE para suprir respectivamente cálcio e fósforo; Normal = suprimento de 89% e 102% das exigências descritas pelo BR-CORTE para suprir respectivamente cálcio e fósforo.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados como proposto por Detmann & Valadares Filho (2010), em que: $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivado da uréia} + \% \text{ uréia}) + \%FDN_{cp} + \%EE + \%MM]$, onde: CNF = carboidratos não fibrosos; PB = proteína bruta; FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigido para proteína e cinzas; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral.

Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas foram estimados através da soma dos nutrientes digestíveis.

Ao final de cada período de 56 dias, 12 animais, quatro de cada nível de cálcio e fósforo foram abatidos. Antes dos abates, os animais foram submetidos a jejum de sólidos por 16 horas. O abate foi realizado via concussão cerebral e secção da jugular para sangramento total do animal seguido de lavagem do trato gastrintestinal (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso). Foram pesados o coração, pulmões, fígado, baço, rins, gordura interna, diafragma, mesentério, cauda, traquéia, esôfago, aparelho reprodutor, trato gastrintestinal (após lavagem), cabeça, couro, patas, sangue e carcaça para avaliação do peso de corpo vazio (PCVZ).

Após o abate, a carcaça de cada animal foi dividida em duas metades que foram pesadas para avaliação do rendimento de carcaça quente (RCQ) e, em seguida, resfriadas em câmara fria a 4°C por aproximadamente 24 horas. Depois de resfriadas, as carcaças foram pesadas para avaliação do rendimento de carcaça fria (RCF), sendo também mensurado o comprimento de carcaça e a área de olho de lombo (AOL) na altura da 12ª costela da carcaça direita. Posteriormente, todas as meias-carcaças direitas foram dissecadas em ossos e músculo mais gordura, sendo que estes componentes foram moídos e foi feita uma amostra composta proporcional à sua presença no peso de corpo vazio chamada de amostra carcaça.

Os componentes: rumén, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado e grosso, gordura interna, mesentério, fígado, coração, rins, pulmão, língua, baço, diafragma, esôfago, traquéia e aparelho reprodutor foram moídos em triturador industrial, constituindo uma amostra composta e homogênea de órgãos e vísceras; o sangue foi coletado após a sangria total e acondicionado em recipiente de plástico; a cabeça e os pés foram triturados também em triturador industrial; e o couro picado. Estes componentes foram amostrados, sendo posteriormente elaborada uma composta proporcional ao peso de corpo vazio do animal, denominada de amostra não-carcaça.

Devido à importância das características ósseas para determinar a mobilização óssea de minerais, foi retirada uma amostra de ossos entre a 9 e 11ª costelas para avaliação do teor de matéria mineral.

Estas três amostras obtidas para cada animal foram liofilizadas por 72 horas para quantificação da matéria seca parcial gordurosa (MSG), segundo método INCT-CA G-002/1 (Detmann et al., 2012). Posteriormente, estas amostras foram desgorduradas parcialmente através de lavagens sucessivas com éter de petróleo. Após o desgorduramento parcial, as amostras foram moídas em moinho tipo faca para quantificação dos teores de matéria seca (MS) segundo método INCT-CA G-003/1, matéria mineral (MM) segundo método INCT-CA M-001/1, proteína bruta (PB) segundo método INCT-CA N-001/1 e extrato etéreo (EE) segundo método INCT-CA G-004/1, conforme descritos por Detmann et al. (2012). As amostras de carcaça e não-carcaça, juntas compuseram a composição química do corpo vazio do animal.

Para estimação da composição corporal (proteína bruta, matéria mineral e água) a partir do peso de corpo vazio (PCVZ) foi utilizado o modelo alométrico: $C_i = a \times PCVZ^b$, onde: C_i = componente “i” corporal do animal podendo ser proteína bruta,

matéria mineral ou água presente no corpo vazio (kg); PCVZ = peso de corpo vazio e 'a' e 'b' = parâmetros da regressão.

O extrato etéreo presente no corpo vazio foi estimado pelo modelo exponencial: $C_i = a \times e^{(b \times PCVZ)}$, onde: C_i = componente extrato etéreo do corpo animal (kg); e = número de Euler.

Os consumos de matéria seca, proteína bruta e nutrientes digestíveis totais estimados pelo BR-CORTE (2010) foram contrastados em relação aos valores observados neste ensaio por meio do modelo: $Y = \beta_0 + \beta_1 \times X$, onde: X = valores preditos; Y = valores observados; β_0 e β_1 = intercepto e inclinação da regressão, respectivamente.

A regressão foi avaliada segundo as hipóteses estatísticas: $H_0: \beta_0 = 0$ e $\beta_1 = 1$; H_a : não H_0 . Para o caso de não rejeição da hipótese de nulidade, concluiu-se que as equações estimam corretamente os consumos de matéria seca, proteína bruta e nutrientes digestíveis totais.

As avaliações comparativas da eficiência de predição foram avaliadas por intermédio da estimativa do quadrado médio do erro da predição e seus componentes (Kobayashi & Salam, 2000): $QMEP = QV + MaF + MoF = 1/n \sum_{i=1} (x_i - y_i)^2$; $QV = (x - y)^2$, $MaF = (s_x - s_y)^2$, $MoF = 2 \times s_x s_y (1 - r)$, onde: x = valores preditos; y = valores observados; QMEP = quadrado médio do erro de predição; QV = quadrado do vício; MaF = componente relativo à magnitude de flutuação aleatória; MoF = componente relativo ao modelo de flutuação aleatória; s_x e s_y = desvios padrão para valores preditos e observados; r = correlação linear de Pearson entre os valores preditos e observados.

A eficiência de predição foi também avaliada por intermédio da estimativa do coeficiente de correlação e concordância (CCC) ou índice de reprodutividade, estimado segundo Tedeschi (2006).

O consumo alimentar residual (CAR) foi obtido através dos resíduos da regressão linear múltipla entre o CMS (variável dependente) e, ganho médio diário (GMD) e o peso corporal médio metabólico ($PCM^{0,75}$). O ganho residual (GR) foi obtido através da regressão linear múltipla entre o CMS (variável independente) e, o GMD e o $PCM^{0,75}$ (variáveis independentes) (Berry & Crowley, 2012). Os parâmetros obtidos foram utilizados para estimar o CMS e o GMD preditos, que quando plotados em função dos observados geraram resíduos, chamados de CAR e GR.

O consumo e ganho residual (GCAR) conjuntos foi calculado de acordo com a equação de Berry & Crowley (2012): $GCAR = - CAR + GR$, onde: GCAR = consumo e ganho residual conjuntos; CAR = consumo alimentar residual; GR = ganho de peso residual.

Os dados de consumo, digestibilidade e desempenho (ganho médio diário, ganho médio diário de corpo vazio, ganho de carcaça, comprimento de carcaça e AOL) foram analisados segundo delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3×3 , sendo três níveis de Ca e P (baixo, médio e normal) e três períodos de confinamento (56, 112 e 168 dias). Para análise dos consumos e desempenho foram utilizados os 36 animais enquanto que para a digestibilidade foram utilizados apenas os 18 animais mantidos em sistema *Tie Stall*. Quando verificada diferença estatística entre os tratamentos foi utilizado o teste de Tukey para comparações das médias. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o uso do PROC MIXED do programa SAS (versão 9.1) utilizando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

Resultados e Discussão

Os três níveis de cálcio e fósforo real representaram: baixo = 38 e 86%; médio = 64 e 94%; normal = 89 e 102%, respectivamente de cálcio e fósforo em porcentagem da exigência do animal predita pelo BR-CORTE (2010). No NRC (2000) estes níveis representaram: baixo = 34 e 85%; médio = 57 e 93%; normal = 80 e 101%, respectivamente de cálcio e fósforo. Já no AFRC (1993) estes níveis representaram: baixo = 43 e 57%; médio = 71 e 62%; normal = 100 e 67%, respectivamente de cálcio e fósforo.

Não houve interação significativa ($P>0,05$) de níveis de cálcio e fósforo e períodos de confinamento para nenhuma das variáveis avaliadas. Desta forma, os fatores foram avaliados e discutidos separadamente.

O consumo de matéria seca não foi afetado ($P>0,05$) pelo nível de cálcio e fósforo na dieta (Tabela 3). Erickson et al. (1999), trabalhando com cinco níveis de fósforo na dieta (0,14; 0,19; 0,24; 0,29 e 0,34% na matéria seca) e dois níveis de cálcio (0,35 e 0,70% na matéria seca) não observaram efeito no consumo e na eficiência de conversão dos animais.

Tabela 3 – Consumos de matéria seca e dos nutrientes em bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês

Itens	Nível de Ca e P			PerC ²			Valor – P			EPM ²
	Baixo ⁴	Médio ⁴	Normal ⁴	0-56	0-112	0-168	N ²	PerC ²	N×PerC ²	
kg/dia										
MS ¹	7,13	6,97	6,97	6,50 ^b	7,26 ^a	7,31 ^a	0,833	0,005	0,892	0,11
MO ¹	6,77	6,62	6,61	6,18 ^b	6,89 ^a	6,94 ^a	0,829	0,005	0,893	0,10
PB ¹	0,92	0,89	0,89	0,84 ^b	0,94 ^a	0,93 ^{ab}	0,783	0,007	0,910	0,01
EE ¹	0,25	0,24	0,24	0,22 ^b	0,27 ^a	0,25 ^a	0,732	<0,0001	0,914	0,003
FDN _{cp} ¹	2,28	2,23	2,25	2,22	2,33	2,20	0,888	0,323	0,927	0,03
CNF ¹	3,45	3,37	3,35	3,04 ^b	3,53 ^a	3,59 ^a	0,788	<0,0001	0,866	0,05
NDT ¹	4,79	4,92	4,92	4,95	4,59	5,08	0,889	0,270	0,982	0,11
g/dia										
Ca ¹	10,96 ^c	18,84 ^b	25,29 ^a	14,91 ^b	19,26 ^a	20,92 ^a	<0,0001	<0,0001	0,359	0,45
P ¹	15,75	16,40	16,73	14,44 ^b	16,92 ^a	17,52 ^a	0,500	0,002	0,469	0,34
% do PC										
MS ¹	23,6	23,9	23,2	24,9 ^a	23,8 ^{ab}	21,8 ^b	0,792	0,014	0,492	0,04

¹ MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigido para proteína bruta e cinzas; CNF = carboidratos não fibrosos; NDT = nutrientes digestíveis totais; Ca = cálcio; P = fósforo;

² PerC = período de confinamento; N = nível de cálcio e fósforo; N $\times$ PerC = interação entre nível de cálcio e fósforo e o período de confinamento; EPM = erro padrão da média;

³ Médias nas linhas, seguidas por letras diferentes, são diferentes pelo teste de Tukey (P<0,05);

⁴ Baixo = suprimento de 38% e 86% das exigências descritas pelo BR-CORTE para suprir respectivamente cálcio e fósforo; Médio = suprimento de 64% e 94% das exigências descritas pelo BR-CORTE para suprir respectivamente cálcio e fósforo; Normal = suprimento de 89% e 102% das exigências descritas pelo BR-CORTE para suprir respectivamente cálcio e fósforo.

Foram observadas diferenças ($P < 0,05$) no consumo de MS entre os períodos de confinamento, mostrando que animais permanecendo maior tempo em confinamento apresentaram maior consumo de MS, quando analisado em kg/dia, isto pode ser explicado devido ao maior peso dos animais no final do confinamento (Tabela 3); comportamento oposto foi observado, quando o consumo foi expresso em função do peso corporal. Esta diminuição no consumo de MS em relação ao peso corporal pode ser explicada pela redução na exigência de manutenção do animal que ocorre devido à diminuição da porcentagem dos órgãos em relação ao PC (Seal & Reynolds, 1993), conforme pode ser visto na Figura 1.

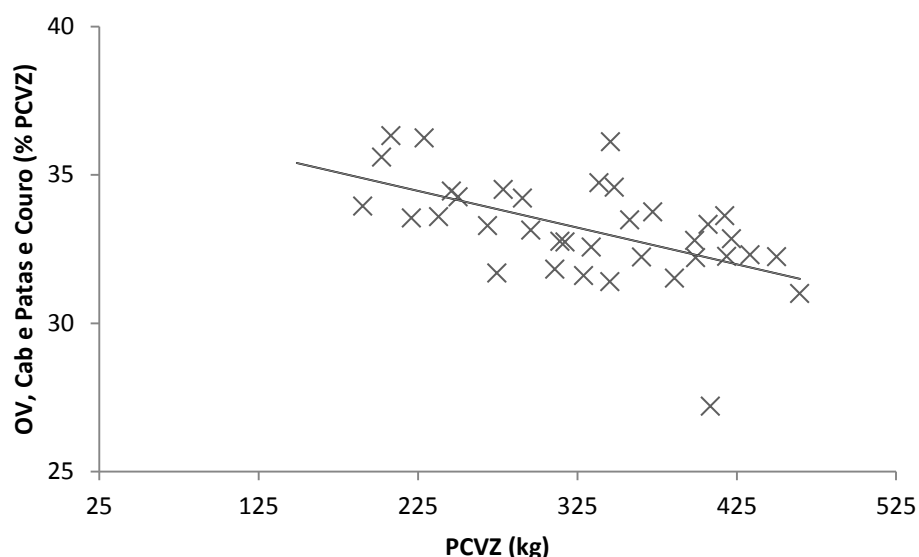


Figura 1 – Comportamento dos componentes não-carcaça (órgãos e vísceras, cabeça, patas e couro) em função do peso de corpo vazio.

Gionbelli et al. (2012) e Silva (2011) observaram comportamento semelhante, trabalhando com animais nelore em crescimento e terminação. Sainz (1998) destacou que o hormônio leptina, secretado pelo tecido adiposo e que atua em nível de hipotálamo, inibe o consumo do animal. Dessa forma, ocorre limitação no consumo de

animais mais pesados e com mais tecido adiposo no corpo devido à ação deste hormônio.

Foram observadas diferenças ($P < 0,05$) entre os consumos de PB, EE, MO e CNF, quando expressos em kg/dia (Tabela 3). Os maiores consumos destes componentes nos animais de 112 e 168 dias podem ser explicados pelo maior consumo de MS. O consumo de NDT não foi influenciado ($P > 0,05$) por nenhum dos fatores estudados.

Foi observada diferença ($P < 0,05$) no consumo de cálcio em g/dia em função do nível desse mineral na dieta e também para o período de confinamento (Tabela 3). Para o consumo de fósforo foi observada diferença ($P < 0,05$) apenas para o período de confinamento (Tabela 3). A explicação para a diferença observada apenas no cálcio está no fato dos níveis desse mineral terem sido mais distantes entre os tratamentos, em relação aos de fósforo. Foi observado maior consumo de cálcio e fósforo ($P < 0,05$) em g/dia quanto mais tempo o animal permaneceu confinado, explicado pelo maior consumo de matéria seca.

Considerando os pesos e os ganhos médios diários de cada animal utilizados neste ensaio, foram estimadas as exigências para NDT e PB; e também o consumo de MS utilizando o BR-CORTE (2010).

O consumo de MS foi estimado (Tabela 4 e Figura 2) adequadamente pela equação do BR-CORTE (2010). Observa-se que o intercepto e o coeficiente de inclinação não diferiram, respectivamente de zero e um, com alto CCC (0,78), e baixo (0,42) quadrado médio do erro de predição (QMEP).

Os consumos de NDT (CNDT) e de PB (CPB) não foram estimados corretamente pelo BR-CORTE (2010), quando se consideram os testes feitos para o intercepto e o coeficiente de inclinação.

Contudo, ao se observar os valores estimados para o NDT, nota-se que o vício dos mesmos foi baixo e que o QMEP foi também baixo. Além disso, observa-se que em média os valores preditos foram apenas 5,5% superiores aos observados. Dessa forma, sugere-se que os valores preditos pelo BR-CORTE (2010) estão próximos dos observados.

Avaliando os valores estimados para os consumos de PB, nota-se que o vício foi alto (74,06), observando-se que os valores estimados foram superestimados e foram em média 17,2% superiores aos observados (Tabela 4). Dessa forma, pode-se inferir que os valores preditos pelo BR-CORTE (2010) precisam ser ajustados, e que uma explicação para os valores preditos estarem superestimados seria que o BR-CORTE (2010) considera que a eficiência de captação de compostos nitrogenados microbianos é de 90% e não considera qualquer valor para a entrada de compostos nitrogenados no rúmen, via reciclagem da uréia, e usa o valor de 120 g de proteína microbiana por kg de NDT ingerido.

Tabela 4 – Médias (kg) e estatísticas descritivas da relação entre os valores observados e os preditos para os consumos de matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB) e nutrientes digestíveis totais (CNDT).

Itens ¹	CMS		CNDT		CPB	
	OBS	BR-CORTE	OBS	BR-CORTE	OBS	BR-CORTE
Média	6,76	7,13	4,75	5,01	0,87	1,02
Desvio-Padrão	0,99	0,92	0,69	0,82	0,12	0,15
Máximo	8,90	8,60	6,15	6,58	1,13	1,33
Mínimo	4,38	4,78	3,55	3,23	0,57	0,68
R	-	0,82	-	0,59	-	0,80
CCC ²	-	0,78	-	0,55	-	0,49
Regressão						
Intercepto						
Estimativa	-	0,51	-	2,25	-	0,20
Erro-Padrão	-	0,74	-	0,58	-	0,08
Valor P ³	-	0,49	-	<0,001	-	0,02
Inclinação						
Estimativa	-	0,88	-	0,49	-	0,64
Erro-Padrão	-	0,10	-	0,11	-	0,08
Valor P ⁴	-	0,27	-	<0,001	-	<0,001
QMEP ⁵	-	0,43	-	0,55	-	0,03
Vício médio	-	0,09	-	0,07	-	0,02
Erro sistemático	-	0,01	-	0,17	-	0,00
Erros aleatórios	-	0,33	-	0,31	-	0,01

¹ OBS – valores observados; BR-CORTE = valores preditos com base no método adotado pelo BR-CORTE (2010);

² CCC = coeficiente de correlação e concordância;

^{3 e 4} H₀: $\beta_0 = 0$ e $\beta_1 = 1$.

⁵ QMEP = quadrado médio do erro da predição. Decomposição do QMEP em: Vício médio, erro sistemático e erros aleatórios.

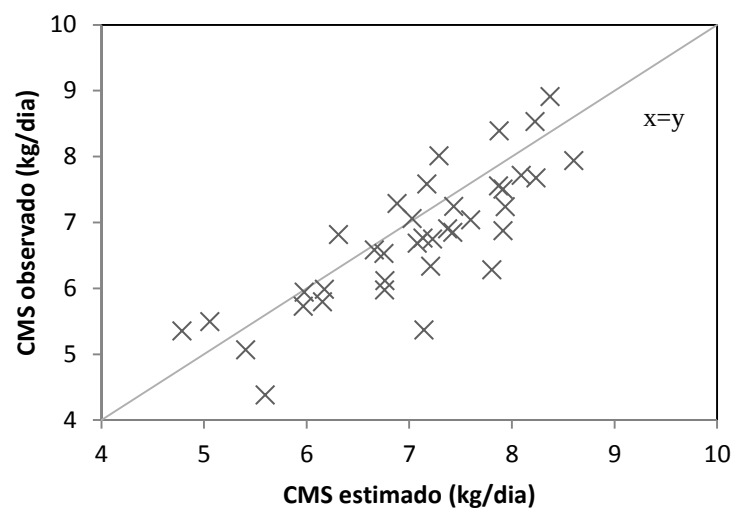


Figura 2 – Relação entre os consumos de matéria seca estimados pelo BR-CORTE (2010) e observados de bovinos cruzados não castrados.

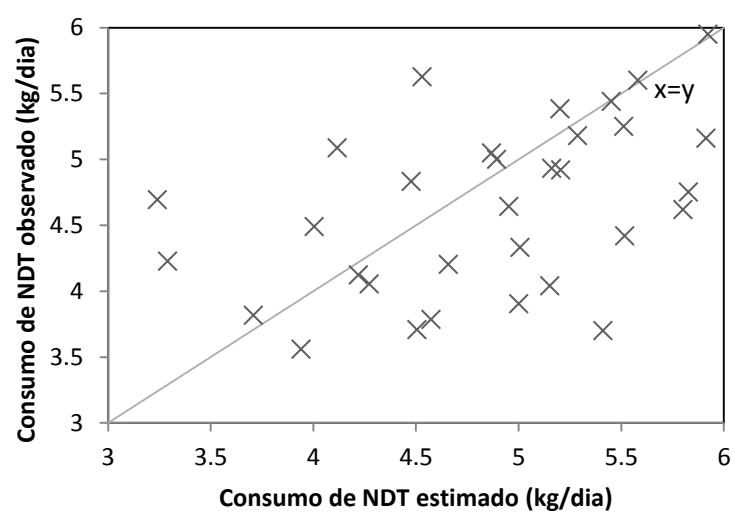


Figura 3 – Relação entre os consumos de nutrientes digestíveis totais estimados pelo BR-CORTE (2010) e observados de bovinos cruzados não castrados.

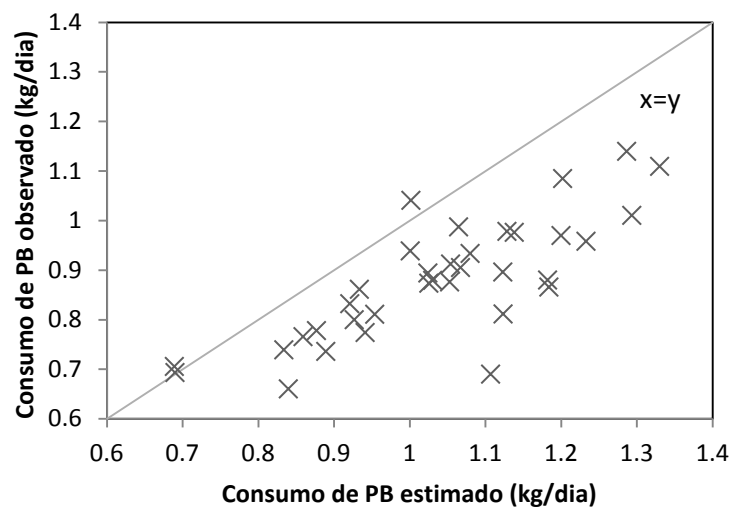


Figura 4 – Relação entre os consumos de proteína bruta estimados pelo BR-CORTE (2010) e observados de bovinos cruzados não castrados.

Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de minerais nas dietas sobre as digestibilidades dos constituintes das dietas (Tabela 5).

Varner & Woods (1972), trabalhando com novilhos alimentados com quatro níveis de cálcio (0,20; 0,31; 0,41 e 0,50% na MS) observaram que não houve alteração na digestibilidade da MS e dos nutrientes.

Resultado semelhante ao deste experimento foi observado por Goetsch & Owens (1985), trabalhando com quatro níveis de cálcio (0,25; 0,40; 0,48 e 1,11%) e mostrando que não houve alteração da digestibilidade.

Tabela 5 – Digestibilidades aparentes da matéria seca e dos nutrientes em bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês

Itens	Nível de Ca e P			PerC ²			Valor – P			EPM ²
	Baixo ⁴	Médio ⁴	Normal ⁴	0-56	0-112	0-168	N ²	PerC ²	N×PerC ²	
g/kg de MS ingerida										
MO ¹	705,16	715,61	697,04	713,66	705,23	698,92	0,501	0,623	0,947	0,57
PB ¹	687,57	691,13	694,66	705,42	697,99	669,94	0,917	0,156	0,964	0,62
EE ¹	755,89	812,47	786,58	789,16	774,07	791,72	0,080	0,705	0,937	0,88
FDNcp ¹	484,06	496,39	450,78	477,26	471,67	482,29	0,298	0,945	0,856	1,09
CNF ¹	787,83	795,43	798,28	802,91	795,37	783,26	0,654	0,276	0,995	0,42
NDT ¹	705,25	717,97	702,91	726,89	701,30	697,93	0,598	0,090	0,912	0,58

¹ MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para proteína bruta e cinzas; CNF = carboidratos não fibrosos.

² PerC = período de confinamento; N = nível de cálcio e fósforo; N $\times$ PerC = interação entre o nível de cálcio e fósforo e o período de confinamento; EPM = erro padrão da média;

³ Médias nas linhas, seguidas por letras diferentes, são diferentes pelo teste de Tukey (P<0,05);

⁴ Baixo = suprimento de 38% e 86% das exigências descritas pelo BR-CORTE para suprir respectivamente cálcio e fósforo; Médio = suprimento de 64% e 94% das exigências descritas pelo BR-CORTE para suprir respectivamente cálcio e fósforo; Normal = suprimento de 89% e 102% das exigências descritas pelo BR-CORTE para suprir respectivamente cálcio e fósforo.

Nas Figuras 5 e 6 pode se observar a relação entre a absorção e o consumo de cálcio e fósforo. Através desta relação foi obtida a exigência diária de Ca e P para manutenção de 9,55 e 14,36 mg/PCVZ/dia, respectivamente. Também usando a regressão citada acima, observa-se que os coeficientes de absorção verdadeira do Ca e P foram de 0,6998 e 0,6677, respectivamente. Os valores obtidos para a exigência de manutenção de Ca foram inferiores ao recomendado pelo NRC (2000) de 15,4 mg/PC/dia. O valor de P preconizado pelo NRC (2000) é de 16 mg/PC/dia, valor este próximo ao encontrado neste estudo. Nota-se que o valor de 17,6 mg/PC/dia, utilizado pelo BR-CORTE (2010) é superior ao encontrado neste estudo.

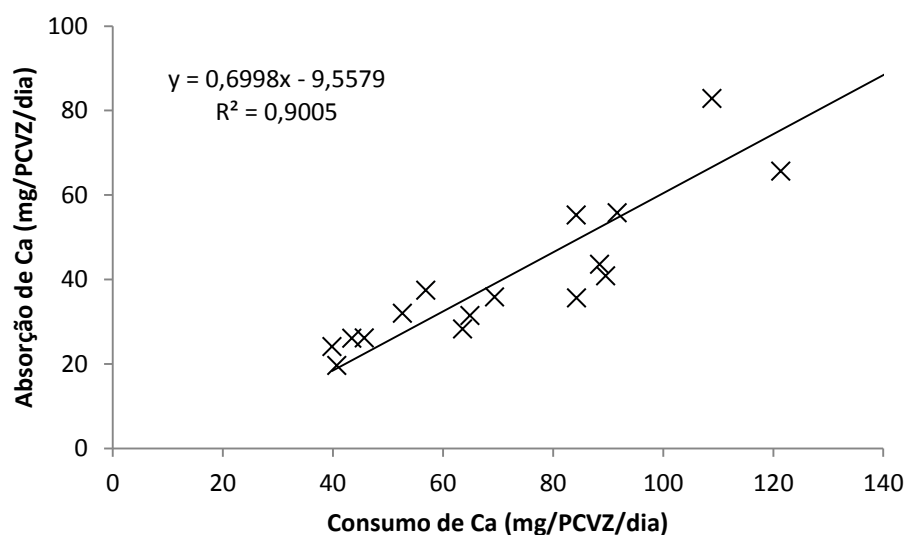


Figura 5 – Absorção de Cálcio em relação ao consumo desse em bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês não castrados.

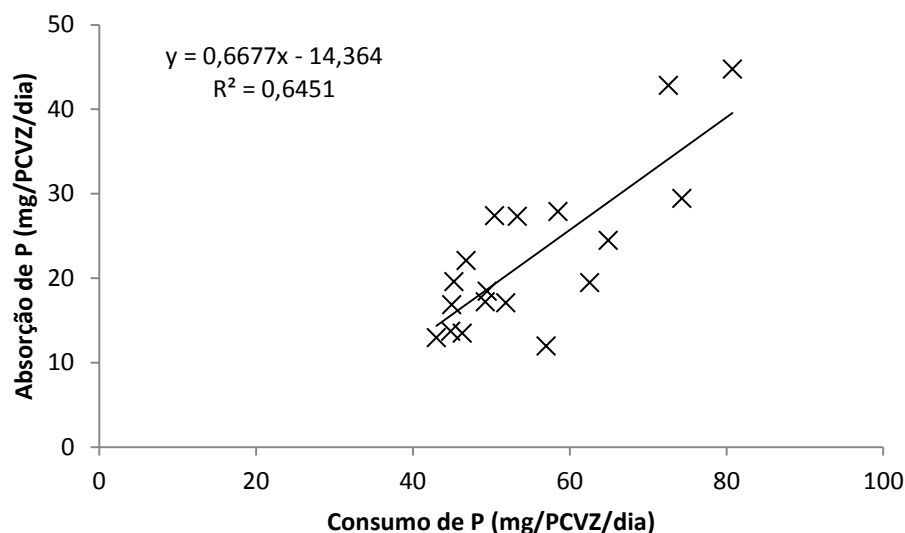


Figura 6 – Absorção de Fósforo em relação ao consumo desse em bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês não castrados.

O valor do coeficiente de absorção verdadeira para o Ca foi superior ao 0,55 recomendado pelo BR-CORTE (2010), mas próximo ao preconizado pelo ARC (1980) de 0,68. O coeficiente de absorção do P foi próximo ao utilizado pelo BR-CORTE (2010) de 0,68.

A ingestão diária de cálcio seria reduzida em média de 14,33 g/dia, considerando o tratamento com 100% das exigências como padrão, enquanto a de fósforo seria reduzida em 6,01 g/dia. Considerando um confinamento de 90 dias, isto representaria uma economia de 1289,7 g de cálcio e 540,9 g de fósforo por animal. Se expressar em termos de fosfato bicálcico, esse valor corresponderia a aproximadamente 3 kg por animal durante o confinamento. Deve-se ressaltar a importância desses resultados para o país, uma vez que parte do fósforo é importado, a acessibilidade é um problema emergente e também deve-se considerar os efeitos benéficos da diminuição da excreção de fósforo para o meio ambiente.

Pelas equações apresentadas na Tabela 6, observa-se, para a proteína bruta, que o aumento deste componente é semelhante ao do PCVZ, isto é evidenciado pelo

coeficiente b (0,9801) próximo de 1. Comportamento semelhante pode ser observado para o coeficiente b (0,8278) da água. A composição química do tecido muscular varia durante o crescimento do animal. Após o nascimento, o teor de proteína aumenta acentuadamente, depois, mantém-se constante. Logo após, os lipídios aumentam (Robelin & Geay, 1984).

A água é o principal constituinte do corpo animal. Para cada 1 kg de proteína bruta depositada no corpo, 4 kg de água também são depositados. No caso do extrato etéreo, para cada 1 kg depositado ocorre o depósito de apenas 1 kg de água. À medida que o animal se torna mais pesado, a deposição de água é proporcionalmente menor, devido à maior deposição de extrato etéreo no corpo animal.

No caso dos minerais, nota-se que o crescimento dos mesmos é inferior ao do peso de corpo vazio ($b=0,6373$), o que é consequência do tecido ósseo ter seu crescimento relativo reduzido à medida que o animal aumenta o peso.

Tabela 6- Equações para estimar a composição química corporal (kg) a partir do peso de corpo vazio (PCVZ, kg).

Itens ¹	Equação	r ²
	Composição Química	
PB no corpo vazio	$PB_{PCVZ} = 0,1988_{\pm 0,0288} \times PCVZ^{0,9801 \pm 0,0249}$	99,78
EE no corpo vazio	$EE_{PCVZ} = 7,5596_{\pm 0,7130} \times e^{(0,00577 \pm 0,0002 \times PCVZ)}$	98,48
MM no corpo vazio	$MM_{PCVZ} = 0,3368_{\pm 0,1840} \times PCVZ^{0,6373 \pm 0,0949}$	96,54
Água no corpo vazio	$\acute{A}GUA_{PCVZ} = 1,6516_{\pm 0,1383} \times PCVZ^{0,8278 \pm 0,0145}$	99,92

¹PB no corpo vazio = proteína bruta presente no corpo vazio; EE no corpo vazio = extrato etéreo presente no corpo vazio; MM no corpo vazio = matéria mineral presente no corpo vazio; Água no corpo vazio = água presente no corpo vazio.

Como observado na Figura 7, a quantidade de gordura corporal aumenta exponencialmente com o peso de corpo vazio. Resultados semelhantes aos descritos nesses modelos foram encontrados por Silva (2011), trabalhando com bovinos machos nelore não castrados em crescimento e terminação.

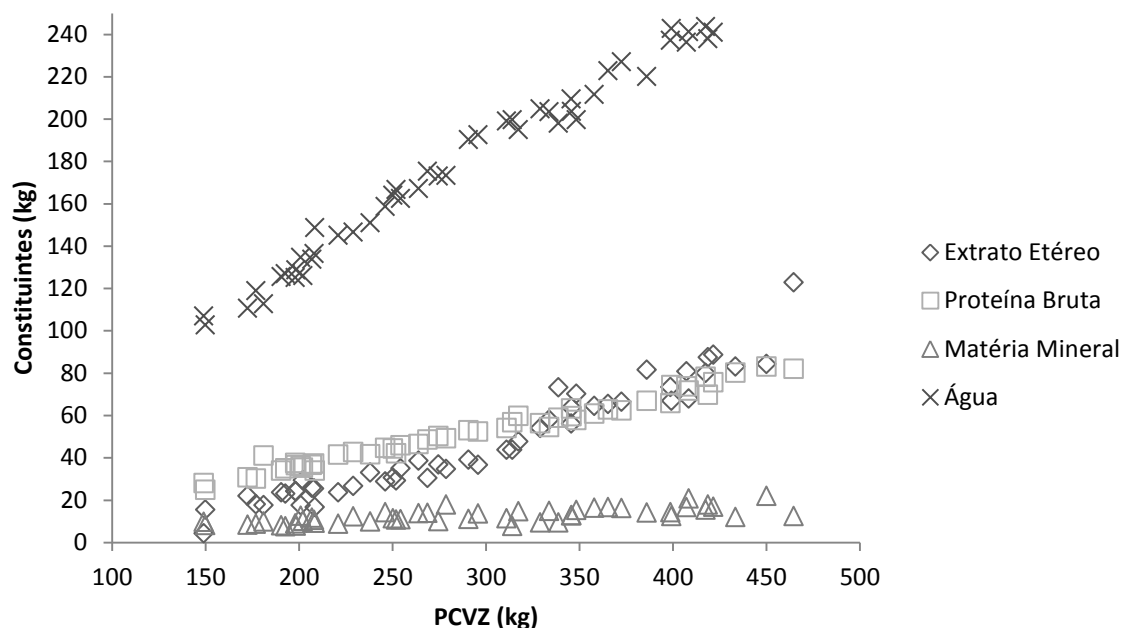


Figura 7 – Relação entre os conteúdos de proteína bruta, extrato etéreo, água e matéria mineral e o peso de corpo vazio em bovinos cruzados.

O PCVZ final dos animais foi influenciado ($P < 0,05$) pelo período de confinamento, assim, os animais que permaneceram mais tempo confinados obtiveram maior PCVZ (Tabela 7). Isto se deve ao fato do maior CMS e, conseqüentemente, de nutrientes totais destes animais.

Apesar do menor consumo em relação ao peso corporal observado para os animais de 112 e 168 dias de confinamento, o ganho de peso diário (GPD) e o ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) não foram influenciados por nenhum dos fatores ($P > 0,05$). Call et al. (1978), trabalhando com novilhas de corte por um período de dois anos, não verificaram diferença no ganho de peso dos animais com níveis de fósforo abaixo do

recomendado pelo NRC (1976). Erickson et al. (1999), trabalhando com novilhos e diferentes níveis de cálcio e fósforo (0,35 ou 0,70% de cálcio e 0,14; 0,19; 0,24; 0,29 ou 0,34% de fósforo na matéria seca da dieta) observaram menor ganho diário para animais alimentados com altos teores de cálcio (0,70%).

O ganho de carcaça total (GCT) e o ganho de carcaça diário (GCD) não foram influenciados pelos níveis de Ca e P na dieta, mas foram influenciados pelo período de confinamento (Tabela 7). Animais que permaneceram mais tempo no experimento (168 dias) tiveram maior GCT devido ao maior aporte de nutrientes ingeridos em um maior período. O GCD foi maior para os animais de 112 e 168 dias (Tabela 7).

Os rendimentos de carcaça quente (RCQ) e frio (RCF) foram influenciados ($P<0,05$) somente pelo período de confinamento (Tabela 7). Os animais de 112 e 168 dias obtiveram maior rendimento de carcaça, isto pode ser explicado pelo fato dos animais de 56 dias ainda estarem na fase de crescimento, tendo maior crescimento ósseo, e também por esses animais terem sido abatidos com menor peso corporal.

Di Marco (1994) afirmou que com o aumento do peso corporal, os pesos relativos do conteúdo gastrintestinal, vísceras, órgãos, cabeça, couro e patas diminuem, conforme verificado na Figura 1, resultando em maiores rendimentos de carcaça.

A área de olho de lombo (AOL) foi influenciada ($P<0,05$) pelo período de confinamento dos animais, sendo maior para os animais de 112 e 168 dias (Tabela 7). É provável que os animais abatidos com 112 e 168 dias já tenham atingido a maturidade fisiológica, período a partir do qual se cessa o crescimento do tecido ósseo com contínuo desenvolvimento do tecido muscular e adiposo, este fato explica o maior rendimento de carcaça e AOL para estes animais.

Tabela 7 – Desempenho e características de carcaça de bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês

Itens	Nível de Ca e P			PerC ²			Valor - P			EPM ²
	Baixo ⁴	Médio ⁴	Normal ⁴	0-56	0-112	0-168	N ²	PerC ²	N $\times$ PerC ²	
PCVZf ¹ (kg)	332,76	328,73	328,44	243,28 ^c	336,58 ^b	410,06 ^a	0,946	<0,0001	0,758	5,91
GPD ¹ (kg/dia)	1,35	1,31	1,30	1,25	1,33	1,38	0,803	0,360	0,654	0,03
GPCVZ ¹ (kg/dia)	1,27	1,23	1,24	1,16	1,27	1,30	0,881	0,130	0,536	0,02
GCarct ¹ (kg)	90,90	88,03	90,47	39,40 ^c	89,32 ^b	140,68 ^a	0,882	<0,0001	0,817	2,51
GCD ¹ (kg/dia)	0,79	0,74	0,77	0,67 ^b	0,80 ^a	0,83 ^a	0,514	0,008	0,416	0,02
RCQ ¹ (%)	56,44	55,75	56,82	54,47 ^b	57,02 ^a	57,52 ^a	0,140	<0,0001	0,092	0,002
RCF ¹ (%)	55,25	54,51	55,61	52,96 ^b	55,93 ^a	56,47 ^a	0,147	<0,0001	0,103	0,002
AOL ¹ (cm ²)	55,04	53,02	52,36	43,04 ^b	55,63 ^a	61,74 ^a	0,628	<0,0001	0,351	1,17
Comp. ¹ (cm)	120,83	119,71	119,92	112,13 ^c	121,00 ^b	127,33 ^a	0,881	<0,0001	0,822	0,97

¹ PCVZi = peso de corpo vazio inicial; PCVZf = peso de corpo vazio final; GDP = ganho de peso diário; GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio; GCarct = ganho de carcaça total; GCD = ganho de carcaça diário; RCQ = rendimento de carcaça quente; RCF = rendimento de carcaça frio; AOL = área de olho de lombo; Comp. = Comprimento da carcaça.

² PerC = período de confinamento; N = nível de cálcio e fósforo; N $\times$ PerC = interação entre o nível de cálcio e fósforo e o período de confinamento; EPM = erro padrão da média

³ Médias na linha, seguidas por letras diferentes, são diferentes pelo teste de Tukey (P<0,05);

⁴ Baixo = suprimento de 38% e 86% das exigências descritas pelo BR-CORTE para suprir respectivamente cálcio e fósforo; Médio = suprimento de 64% e 94% das exigências descritas pelo BR-CORTE para suprir respectivamente cálcio e fósforo; Normal = suprimento de 89% e 102% das exigências descritas pelo BR-CORTE para suprir respectivamente cálcio e fósforo.

O comprimento das carcaças foi influenciado ($P<0,05$) pelo período de confinamento dos animais (Tabela 7).

Não foi observado efeito ($P>0,05$) dos níveis de Ca e P na dieta sobre o teor de matéria mineral nas costelas, mas foi observada diferença ($P<0,05$) para o período de confinamento, devido ao maior peso que os ossos apresentaram nos animais que permaneceram mais tempo confinados (Tabela 8). Segundo Ternouth (1990), o cálcio e o fósforo são mais facilmente mobilizados a partir de ossos de vértebras e costelas em comparação com ossos de membros.

Foi observada diferença em g/kg de MN ($P<0,05$) nos ossos das costelas para os níveis de inclusão de Ca e P, mostrando menor valor para o nível baixo em relação ao médio, contudo não houve diferença do baixo para o alto. Ressalta-se que não se encontrou explicação biológica para este comportamento.

Tabela 8– Peso da matéria mineral e teor desta nos ossos da costela de bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês

Itens	Nível de Ca e P			PerC ²			Valor - P			EPM ²
	Baixo ⁴	Médio ⁴	Normal ⁴	0-56	0-112	0-168	N ²	PerC ²	NxPerC ²	
MM ¹ (kg)	0,82	0,92	0,92	0,65 ^b	0,95 ^a	1,06 ^a	0,252	<0,0001	0,971	0,02
MM ¹	241,93 ^b	272,48 ^a	261,88 ^{ab}	248,11	270,72	257,46	0,026	0,126	0,382	4,38

¹ quantidade de matéria mineral total na costela em kg e em g/kg da matéria natural.

² PerC = período de confinamento; N = nível de cálcio e fósforo; NxPerC = interação entre o nível de cálcio e fósforo e o período de confinamento; EPM = erro padrão da média

³ Médias na linha, seguidas por letras diferentes, são diferentes pelo teste de Tukey ($P<0,05$);

⁴ Baixo = suprimento de 38% e 86% das exigências descritas pelo BR-CORTE para suprir respectivamente cálcio e fósforo; Médio = suprimento de 64% e 94% das exigências descritas pelo BR-CORTE para suprir respectivamente cálcio e fósforo; Normal = suprimento de 89% e 102% das exigências descritas pelo BR-CORTE para suprir respectivamente cálcio e fósforo.

A partir dos dados obtidos neste ensaio foram geradas equações para o CMS e o ganho médio diário (GMD): $CMS_{est} = 0,00125_{\pm 0,78913} + 1,24147_{\pm 0,56232} \times PCM^{0,75} +$

$0,07305_{\pm 0,01279} \times \text{GMD}$; $\text{GMD}_{\text{est}} = 0,38075_{\pm 0,21819} + 0,00348_{\pm 0,00518} \times \text{PCM}^{0,75} + 0,10366_{\pm 0,04695} \times \text{CMS}$, onde: CMS_{est} = consumo de matéria seca estimado (kg); $\text{PCM}^{0,75}$ = peso corporal médio metabólico (kg); GMD = ganho médio diário (kg/dia);

Os valores de consumo alimentar residual variaram de -1,58 a 1,15 kg/dia. Já os valores de ganho médio diário residual variaram de 0,37 a -0,28 kg/dia.

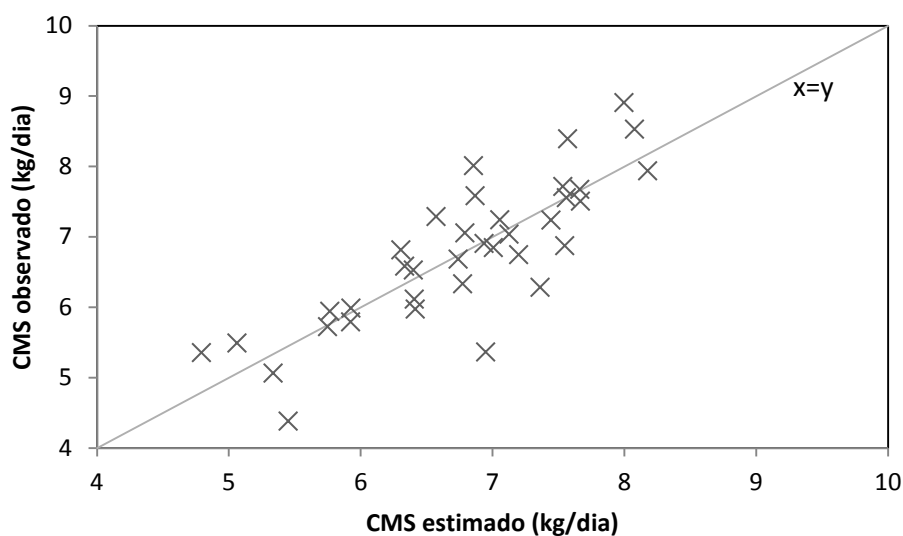


Figura 8 – Relação entre os consumos de matéria seca estimados e observados de bovinos Cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês não castrados.

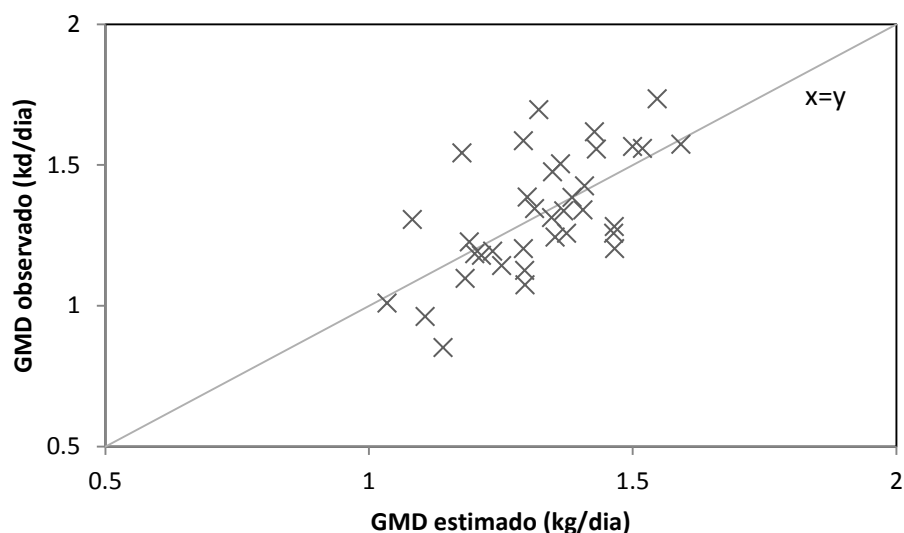


Figura 9 – Relação entre os ganhos estimados e observados de bovinos Cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês não castrados.

Berry & Crowley (2012) propuseram o ganho e consumo residuais conjuntos como a mensuração da eficiência dos animais. Considerando os dados deste ensaio foram obtidas as quatro melhores estimativas para o consumo alimentar residual, ganho residual e estes dois em conjunto (Tabela 9). Estas estimativas são parâmetros importantes para avaliação do animal como um indivíduo, e não do grupo.

Tabela 9 – Consumo de matéria seca (CMS), ganho médio diário (GMD) e peso corporal médio (PCM) dos quatro melhores animais quanto ao consumo alimentar residual, ganho residual, e consumo e ganho residuais em conjunto.

Itens ¹	CMS (kg/dia)	GMD (kg/dia)	PCM (kg)
CAR	5,72	1,35	291,31
GMR	5,99	1,53	247,43
GCAR	5,69	1,40	280,06

¹ CAR = consumo alimentar residual; GMR = ganho de peso médio residual; GCAR = ganho e consumo residuais juntos

O ganho e consumo residuais em conjunto (GCAR) apresentaram valores intermediários às duas outras variáveis. O GCAR é importante pois ele faz uma ponderação para o ganho e para o consumo, pois animais selecionados pelo CAR apresentam baixo GMD e animais selecionados apenas para GMR apresentam alto CMS.

Conclusões

A redução na concentração de cálcio e fósforo dietético não altera o desempenho dos animais. Dessa forma, pode-se inferir que as necessidades desses minerais podem ser reduzidas para 38 e 86%, respectivamente, das recomendações de cálcio e fósforo do BR-CORTE (2010).

O período de confinamento influencia o consumo de matéria seca e os rendimentos de carcaça.

As equações propostas pelo BR-CORTE (2010) estimam de forma adequada o consumo de matéria seca, mas superestimam os consumos de proteína bruta.

Referências Bibliográficas

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. 1991. Technical committee on responses to nutrients, Report 6. A reappraisal of the calcium and phosphorous requirements of sheep and cattle. **Nutrition Abstracts and Reviews.**, 61:576-612.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. 1980. **The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock.** London:Agricultural Research Council. The Gresham Press, 351p.
- BERRY, D. P.; CROWLEY, J. J. 2012. Residual intake and body weight gain: a new measure of efficiency in growing cattle. **Journal of Animal Science.** 90:109-115.
- CALL, J. W.; BUTCHER, J. E.; BLAKE, J. T. et al. 1978. Phosphorus influence on growth and reproduction of beef cattle. **Journal of Animal Science.** 47: 216-225.
- COELHO DA SILVA, J.F. 1995. Exigências de macroelementos inorgânicos para bovinos: o sistema ARC/AFRC e a experiência no Brasil. In: Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Ruminantes, 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: DZO, 504p.
- DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C. et al. 2012. **Métodos para Análise de Alimentos.** 214p.
- DETMANN, E. & VALADARES FILHO, S.C. 2010. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.**, vol.62, p. 980-984.
- DI MARCO, O.N. 1994. **Crecimiento y respuesta animal.** Balcarce: Asociación Argentina de Producción Animal, 129p.
- ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; MILTON C.T.; et al. 1999. Effect of dietary phosphorus on finishing steer performance, bone status and carcass maturity. **Journal of Animal Science,** 77: 2832-2836.
- ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; MILTON C.T.; et al. 2002. Phosphorus requirement of finishing feedlot calves. **Journal of Animal Science,** 80:1690-1695.

- FERREIRA, M.A., VALADARES FILHO, S.C., VALADARES, R.F.D. et al. 1998. Composição corporal e exigências, de cálcio e fósforo para ganho de peso de bovinos F1 Simental x Nelore, não castrados. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu, SP: SBZ, p.389-391.
- FIELD, A.C. 1983. A review of requirements of dairy and beef cattle for major elements. **Livestock Production Science**, v.10, n.4, p.327-338.
- FONTES, C.A.A. 1995. Composição corporal, exigências líquidas de nutrientes para ganho de peso e desempenho produtivo de animais zebuínos e mestiços europeu-zebu. Resultados experimentais. In: Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Ruminantes, 1995, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: DZO, p.419-455.
- GEISERT, B.G.; ERICKSON, G.E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; et al. 2005. Effects of dietary phosphorus level in beef finishing diets on phosphorus excretion characteristics. **Nebraska Beef Cattle Reports**.
- GIONBELLI, M. P.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; et al. 2012. Intake, performance, digestibility, microbial efficiency and carcass characteristics of growing Nellore heifers fed two concentrate levels. **Revista brasileira de zootecnia** p. 1243-1252.
- GOETSCH, A.L. & OWENS, F.N. 1985. Effects of calcium source and level on site of digestion and calcium levels in the digestive tract of cattle fed high-concentrate diets. **Journal of Animal Science** 61: 995-1003.
- IBGE; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Acesso em 10 de julho de 2012. Disponível _____ on _____ line: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=2002&id_pagina=1.
- KHORASANI, G.R.; JANZEN, R.A.; MCGILL, W.B.; et al. 1997. Site and extent of mineral absorption in lactation cows fed whole-crop cereal grain silage or alfalfa silage. **Journal of Dairy Science** 75:239-248.

- LENG, R.A. 1990. Factors affecting the utilization of “poor-quality” forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nut. Res. Rev.** 3:277-303.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. 2001. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 381p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1996. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. National Academy Press: Washington, D.C. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1976. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. National Academy Press: Washington, D.C. 56p.
- PAULINO, M.F., FONTES, C.A.A., JORGE, A.M. et al. 1997. Exigências de macroelementos minerais (Ca, P, Mg, Na e K) para ganho de peso de bovinos não castrados de quatro raças zebuínas. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34., Juiz de Fora, MG. **Anais ...** Juiz de Fora: SBZ, p.19-21.
- ROBELIN, J.; GEAY, Y. 1984. Body composition of cattle as affected by physiological status, breed, sex and diet. In: GILCHRISTI, F.M.C.; MACKIE, R.I. **Herbivore nutrition in the subtropical and tropics**. Johannesburg: Science Press. p. 525-547.
- SAINZ, R.D. 1998. Crescimento compensatório em bovinos de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE GADO DE CORTE. 1., 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, p.22-38.
- SEAN, C.J. & REYNOLDS, C.K. 1993. Nutritional implications of gastrointestinal and liver metabolism in ruminants. **Nutrition Research Reviews**, v.6, p.185-208.
- SILVA, L.F.C. 2011. **Exigências nutricionais, validação de equações para a estimação da composição do corpo vazio e uso da creatinina para estimar a proporção de tecido muscular em bovinos nelore**. Dissertação. Viçosa-MG.
- SPEARS, J.W. Minerals in forage. In: Fahey Jr., G.C. 1994. **Forage quality, evaluation and utilization**. American Society of Agronomy. National Conference on Forage Quality, Evaluation and Utilization. p.281-317.
- TERNOUTH, J.H. 1990. Phosphorus and beef production in northern Australia. In: Phosphorus in cattle. A review. **Tropical Grassland**. 24:159-169.

- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; PAULINO, P.V.R., et al. 2010. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR CORTE**. 2 ed. Viçosa : UFV, Suprema Gráfica Ltda. 193p.
- VALK, H.; SEBEK, L.B.J; BEYNEM, A.C. 2002. Influence of phosphorus intake on excretion and blood plasma and saliva concentrations of phosphorus in dairy cow. **Journal of Dairy Science**. 85:2642-2649.
- VARNER, L.W. & WOODS, W. 1972. Calcium levels in high grain beef cattle rations. **Journal of Animal Science**. 35:415-417.
- VÉRAS, A.S.C., VALADARES FILHO, S.C.V., COELHO DA SILVA, J.F. et al. 2001. Composição corporal e requisitos líquidos e dietéticos de macroelementos minerais de bovinos Nelore não-castrados. **Revista brasileira de zootecnia**, 30:1106-1111.
- WU, Z.; SATTER, L.D.; SOJO, R. 2000. Milk production, reproductive performance, and fecal excretion of phosphorus in dairy cows fed three amount of phosphorus. **Journal of Dairy Science** 83:1028-1041.

CAPÍTULO 2

Exigências de energia e proteína de bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês alimentados com diferentes níveis de cálcio e fósforo na dieta

Resumo – Objetivou-se determinar as exigências nutricionais de energia e proteína para manutenção e ganho de peso de bovinos cruzados, bem como suas eficiências. Foram utilizados 50 bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês, não castrados, com peso inicial de 214 ± 4 kg e idade média de $11 \pm 0,2$ meses. Quatro animais foram usados para referência, dez para o grupo manutenção e os 36 animais alimentados à vontade foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3×3 , sendo três períodos de confinamento (56, 112 ou 168 dias) e três níveis de cálcio e fósforo (baixo, médio e normal) na dieta. Quatro dos animais manutenção foram encaminhados ao laboratório de metabolismo e calorimetria da UFMG para medição da produção de calor através da respirometria. As dietas foram constituídas de silagem de milho e concentrado (60:40), sendo isoprotéicas (126,1 g/kg). Após os abates, foram obtidas duas amostras compostas para cada animal, denominadas carcaça e não-carcaça. As exigências de energia líquida (ELm) e metabolizável para manutenção (EMm) foram obtidas relacionando a produção de calor (PC) e o consumo de energia metabolizável (CEM), enquanto que as exigências de energia para ganho (ELg) e as exigências líquidas de proteína para ganho (PLg) foram obtidas em função do peso de corpo vazio (PCVZ) e do ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ). As exigências de ELm e EMm foram, respectivamente, de 68,9 e 90,1 kcal/PCVZ^{0,75}/dia. A km foi de 76,41%. A exigência de ELm obtida na câmara respirométrica foi de 85,5 kcal/kg^{0,75}. As equações obtidas para ELg e PLg foram: $EL_g \text{ (Mcal/dia)} = 0,0505_{\pm 0,000986} \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,095}$ e $PL_g \text{ (g/dia)} = 162,79_{\pm 18,2546} \times GPCVZ - 1,30_{\pm 5,3010} \times ER$. As eficiências para deposição de gordura e de proteína foram de 70,04 e 15,12%, respectivamente. Conclui-se que as exigências de ELm para bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês não castrados em crescimento e terminação são de 68,9 kcal/PCVZ^{0,75}/dia; e que as exigências de ELg e PLg podem ser obtidas pelas respectivas equações: $EL_g \text{ (Mcal/dia)} = 0,0505_{\pm 0,000986} \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,095}$ e $PL_g \text{ (g/dia)} = 162,79_{\pm 18,2546} \times GPCVZ - 1,30_{\pm 5,3010} \times ER$.

CHAPTER 2

Energy and protein requirements of crossbred cattle ($\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holstein) fed different levels of calcium and phosphorus

Abstract –The second chapter aimed to determine the energy and protein requirements for maintenance and weight gain of crossbred cattle ($\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holstein) and their efficiency. We used 50 crossbred cattle, uncastrated with an initial weight of 214 ± 4 kg and a mean age of 11 ± 0.2 months. Four animals belonged to reference group, ten to maintenance group and 36 animals were distributed in a completely randomized design, 3×3 factorial arrangement, with three feedlot time (56, 112 or 168 days) and three calcium and phosphorus levels (low, medium and normal) diet. Four animals of maintenance group were sent to the laboratory of metabolism and calorimetry in UFMG to measure heat production through respirometry. Diets were composed of corn silage and concentrate (60:40) and isonitrogenous (126.1 g/kg). After slaughtering, two composite samples were obtained for each animal, called carcass and non-carcass. The net (NEm) and metabolizable (MEm) energy requirement for maintenance were obtained relating heat production (HP) and metabolize energy intake (MEI), while the net energy requirements for gain (NEg) and net protein requirements for gain (NPg) were obtained as a function of empty body weight (EBW) and the gain of empty body weight (EBG). The requirements NEm and MEm were respectively 68.9 and 90.1 kcal/EBW^{0.75}/day. The km was 76%. The NEm requirement obtained in respirometric chamber was 85.5 kcal/BW^{0.75}. The equations to NEg and NPg were NEg (Mcal/day) = $0.0505 \pm 0.000986 \times \text{EBW}^{0.75} \times \text{EBG}^{1.095}$ and NPg (g/day) = $162.79 \pm 18.2546 \times \text{EBG} - 1,30 \pm 5.3010 \times \text{NEg}$. The efficiencies for deposition of protein and fat were 70% and 15%. It is conclude that the NEm and MEm requirements crossbred cattle ($\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holstein) uncastrated are, respectively: 68.9 and 90.1 kcal/EBW^{0.75}/day, and the NEg and NPg requirements can be obtained by the respective equations: NEg (Mcal/day) = $0.0505 \pm 0.000986 \times \text{EBW}^{0.75} \times \text{EBG}^{1.095}$ and NPg (g/day) = $162.79 \pm 18.2546 \times \text{EBG} - 1,30 \pm 5.3010 \times \text{NEg}$.

Introdução

A pecuária de corte brasileira é um dos maiores setores do agronegócio, sendo responsável por parcela significativa do produto interno bruto. Entretanto, sua produtividade é baixa, com índices econômicos e produtivos bem aquém dos países desenvolvidos.

Além do potencial de crescimento dos animais (melhoramento genético e manejo) deve-se aliar plano nutricional adequado com qualidade para todas as fases do animal. Uma vez conhecida a composição dos alimentos e seu valor nutritivo, pode-se atender às exigências nutricionais dos animais com maior eficácia. Dessa forma, conhecer as exigências de todas as categorias animais é de fundamental importância devido à adequação no uso dos alimentos, e, conseqüentemente, no custo da alimentação.

Os sistemas de exigências nutricionais mais conhecidos mundialmente foram desenvolvidos, a grande maioria, em ambientes temperados e com raças adaptadas a este tipo de clima (NRC, AFRC, CSIRO).

As primeiras Tabelas Brasileiras de Exigências Nutricionais de Zebuínos (BR-CORTE) foram publicadas no ano de 2006 por Valadares Filho e colaboradores, que se tornaram essenciais para otimizar o desempenho animal e tornar as rações formuladas no Brasil mais econômicas, sendo publicada a segunda edição em 2010. Porém, essas necessitam de acréscimos de informações para ampliação da exatidão das estimativas.

Animais oriundos do cruzamento entre zebuínos e holandeses não compuseram a base de dados do BR-CORTE (2010). Este tipo de animal é importante para as condições brasileiras, devido ao sistema vaca de leite - bezerro de corte encontrado em muitas propriedades.

O uso da respirometria ou calorimetria indireta permite a determinação das exigências nutricionais de energia líquida para manutenção de bovinos sem o seu abate, sendo necessário apenas medir o consumo de O₂ e a produção de CO₂ nos animais após jejum prolongado, condição em que a produção de metano e as perdas urinárias de compostos nitrogenados são praticamente nulas.

Portanto, objetivou-se estimar as exigências nutricionais de energia e proteína bem como suas eficiências, de bovinos cruzados em confinamento, alimentados com três níveis de cálcio e fósforo na dieta e estimar também a produção de calor do jejum desses animais com o uso da técnica respirométrica.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no confinamento experimental do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG, sendo a parte de campo conduzida no período de fevereiro a agosto de 2011.

Foram utilizados 50 bovinos machos $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês, não castrados, com peso corporal médio inicial de 214 ± 4 kg e idade média de $11 \pm 0,2$ meses. Do total de animais, quatro foram aleatoriamente selecionados para compor o grupo referência e dez animais foram designados ao grupo manutenção (sendo sete alimentados com 12,0 g MS/kg do peso corporal e três alimentados com 13,0 g MS/kg do peso corporal). Quatro animais do nível de manutenção (12,0 g MS/kg do PC), e alimentados com níveis normais de cálcio e fósforo, foram alocados na câmara respirométrica, do Laboratório de Calorimetria e Metabolismo Animal da EV/UFMG, onde foi estimada a sua produção de calor através do consumo de O₂ e produção de CO₂. Os animais antes de entrarem na câmara foram submetidos a um jejum de sólidos de 48 horas seguidas, para que se

alcançasse o metabolismo basal. Dentro da câmara, o tempo de mensuração foi de aproximadamente 24 horas seguidas (sendo duas horas para calibração da câmara), onde foram medidas a produção de CO₂ e consumo de O₂. A produção de calor foi obtida na câmara respirométrica através da equação de Brouwer (1965).

Os tratamentos foram destinados aos animais remanescentes e foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 × 3, sendo três níveis de cálcio e fósforo (baixo, médio e normal) e três períodos de confinamento (56, 112 ou 168 dias) com quatro repetições. Os três níveis de cálcio e fósforo foram: baixo = 1,8 e 2,2 g/kg; médio = 3,0 e 2,4 g/kg; normal = 4,2 e 2,6 g/kg, respectivamente de cálcio e fósforo na base da matéria seca da dieta.

A dieta foi formulada de acordo com o BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2010), para ganho médio diário de 1,25 kg, sendo apenas os níveis de cálcio e fósforo variados para constituir os fatores baixo, médio e normal das dietas experimentais. O nível mais baixo de Ca e P não continha fonte de P suplementar e o teor de cálcio foi calculado para suprir 50% das exigências descritas pelo BR-CORTE (Gionbelli et al., 2010), sendo que o fósforo supria 80% das exigências. O nível médio foi considerado como 75% das exigências de cálcio e 90% das exigências de P, enquanto que o nível normal foi calculado para atender 100% das exigências nutricionais desses dois minerais descritas pelo BR-CORTE (Gionbelli et al., 2010).

Inicialmente, todos os animais foram pesados, identificados e tratados contra ecto e endoparasitas. Os animais passaram por um período de 30 dias para adaptação às condições do experimento e às instalações.

A dieta foi constituída de 60% silagem de milho na base da matéria seca (MS) e 40% de concentrado formulado à base de fubá de milho, farelo de soja, uréia/sulfato de

amônio, calcário, fosfato bicálcico, sal comum e mistura micromineral. A composição química média dos alimentos utilizados na formulação das dietas é apresentada na Tabela 1, e as proporções dos ingredientes no concentrado e nas dietas e sua composição química média são apresentadas na Tabela 2.

Após o período de adaptação, em que todos os animais receberam a mesma dieta, os animais referência foram abatidos. A relação entre o peso de corpo vazio (PCVZ) e o peso corporal em jejum (PCJ) obtida foi utilizada para estimar o PCVZ inicial dos animais remanescentes.

Tabela 1 – Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.

Itens	Silagem de milho	Fubá de milho	Farelo de soja	Calcário	Fosfato bicálcico	Sal	Uréia	SA ²
	g/kg							
MS ¹	290,8	863,4	878,4	999,2	962,5	990,6	976,9	971,2
	g/kg MS ¹							
MO ¹	949,0	985,4	923,5	-	94,6	31,5	994,2	977,3
PB ¹	67,7	92,5	525,2	-	-	-	2897,8	1337,8
EE ¹	35,3	29,7	16,1	-	-	-	-	-
FDN _{cp} ¹	475,3	93,8	113,9	-	-	-	-	-
CNF ¹	370,7	769,4	268,3	-	-	-	-	-

¹ MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigido para proteína bruta e cinzas; CNF = carboidratos não fibrosos.

² SA = sulfato de amônio

Os alimentos foram fornecidos duas vezes ao dia (todo o volumoso na parte da manhã e metade do concentrado e, na parte da tarde, o restante do concentrado) e o fornecimento ajustado diariamente de forma a manter as sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. A quantidade de ração oferecida foi registrada diariamente, assim como foram coletadas as amostras da

silagem de milho e das sobras de cada animal, sendo posteriormente congeladas. As amostras foram agrupadas, de forma proporcional, a cada período de sete dias, constituindo-se em amostras compostas, as quais foram parcialmente secas em estufa com ventilação forçada a 55°C por 72 horas, segundo método INCT – CA G-001/1, e moídas em moinho de faca com peneira de crivo de 1 mm. Foi elaborada a amostra composta das sobras e da silagem de milho por subperíodo de 28 dias de forma proporcional à matéria seca ao ar das sobras e da silagem de milho a cada semana.

Foram elaboradas amostras compostas para cada período experimental proporcionalmente à quantidade de cada mistura do concentrado.

As pesagens dos animais foram efetuadas a cada 28 dias para acompanhamento do ganho de peso dos animais. O experimento foi subdividido em três períodos de 56 dias, com três abates no final de cada.

Para avaliação da digestibilidade total das dietas, 18 animais foram mantidos em sistema *Tie Stall*, em baias cobertas, com piso de concreto, bebedouro automático e comedouro individual. O restante dos animais foi mantido em baias individuais, com piso de concreto, providas de comedouro individual e bebedouro de concreto, com área coberta com telhas de amianto.

O ensaio de digestibilidade foi realizado imediatamente antes de cada um dos três períodos de abate, em que foram coletadas as excreções totais de fezes durante três dias consecutivos. Ao completar 24 horas de coleta, as fezes foram pesadas, homogeneizadas e uma amostra foi retirada. Esta foi pesada e seca em estufa de ventilação forçada, a 55°C por 72 horas segundo método INCT–CA G-001/1 e moídas em moinho de facas (1 mm). Posteriormente, foi elaborada uma amostra composta por animal em cada período, com base no peso seco ao ar de cada dia de coleta.

As amostras de alimentos, sobras e fezes foram avaliadas quanto aos teores de matéria seca definitiva (MS) segundo método INCT-CA G-003/1, matéria mineral (MM) segundo método INCT-CA M-001/1, proteína bruta (PB) segundo método INCT-CA N-001/1, fibra em detergente neutro (FDN) segundo método INCT-CA F-001/1 e correções para proteína e cinza respectivamente segundo método INCT-CA N-004/1 e INCT-CA M-002/1, e extrato etéreo (EE) segundo método INCT-CA G-004/1, conforme descritos por Detmann et al. (2012). A solução mineral para determinação dos macroelementos minerais (cálcio e fósforo) foi preparada por digestão mitro-perclórica, segundo método INCT-CA M-004/1. Após as devidas diluições, o teor de P foi determinado por colorimetria, segundo método INCT-CA M-008/1 e o Ca por espectrofotometria de absorção atômica.

Tabela 2 – Proporções dos alimentos no concentrado e na dieta e a composição do concentrado e da dieta na base da matéria seca.

Ingredientes	Concentrado			Dieta		
	Baixo ²	Médio ²	Normal ²	Baixo ²	Médio ²	Normal ²
Proporção (g/kg MS)						
Silagem de Milho	-	-	-	600,0	600,0	600,0
Fubá de Milho	802,7	802,7	802,7	320,0	320,0	320,0
Farelo de Soja	147,7	147,7	147,7	59,0	59,0	59,0
Calcário	3,7	9,3	14,9	1,7	4,2	6,7
Fosfato Bicalc.	0	3,3	6,9	0	1,5	3,0
Sal	4,6	4,6	4,6	2,0	2,0	2,0
Uréia	20,4	20,4	20,4	9,0	9,0	9,0
Sulf. de Amônio	2,3	2,3	2,3	1,0	1,0	1,0
Areia	18,4	9,2	0	8,0	4,0	0
Micromineral	0,5	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2
Composição Química (g/kg MS)						
MS ¹	871,6	871,5	871,4	523,1	523,0	523,0
MO ¹	949,9	950,3	950,7	949,3	949,5	949,6
PB ¹	213,9	213,9	213,9	126,1	126,1	126,1
EE ¹	26,2	26,2	26,2	31,6	31,6	31,6
FDNcp ¹	92,1	92,1	92,1	322,0	322,0	322,0
CNF ¹	653,9	654,3	654,7	485,6	485,8	485,9
Cálcio	1,8	4,8	7,7	1,8	3,0	4,2
Fósforo	2,4	2,8	3,2	2,2	2,4	2,6

¹ MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para proteína bruta e cinzas; CNF = carboidratos não fibrosos;

² Baixo = suprimento de 38% e 86% das exigências descritas pelo BR-CORTE para suprir respectivamente cálcio e fósforo; Médio = suprimento de 64% e 94% das exigências descritas pelo BR-CORTE para suprir respectivamente cálcio e fósforo; Normal = suprimento de 89% e 102% das exigências descritas pelo BR-CORTE para suprir respectivamente cálcio e fósforo.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados como proposto por Detmann & Valadares Filho (2010), em que: $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivado da}$

uréia + % uréia) + %FDN_{cp} + %EE + %MM], onde: CNF = carboidratos não fibrosos; PB = proteína bruta; FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigido para proteína e cinzas; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral.

Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas foram estimados através da soma dos nutrientes digestíveis.

O consumo de energia digestível dos animais foi obtido a partir dos nutrientes digestíveis multiplicados pelos seus respectivos valores energéticos, conforme descrito pelo NRC (2001): $CED = 5,6 \times CPBD + 9,4 \times CEED + 4,2 \times CFDN_{cp}D + 4,2 \times CCNFD$, onde: CED = consumo de energia digestível (Mcal/dia); CPBD = consumo de proteína bruta digestível (kg/dia); CEED = consumo de extrato etéreo digestível (kg/dia); CFDN_{cp}D = consumo de fibra em detergente neutro corrigido para proteína e cinzas digestível (kg/dia); CCNFD = consumo de carboidratos não fibrosos digestíveis (kg/dia).

A concentração de energia metabolizável (EM) foi considerada como 82% da ED (NRC, 2000).

Os consumos de MS e dos nutrientes foram calculados de acordo com a quantidade ingerida diariamente, obtida pela diferença entre o fornecido e as sobras, sendo feita uma média a cada período de 56 dias.

O consumo de proteína metabolizável (CPmet) foi obtido pela soma da proteína microbiana verdadeira (PMVD) e a proteína não degradável no rúmen digestível (PNDRD). O consumo de proteína bruta microbiana (PBmic) foi calculado conforme preconizado pelo BR-CORTE (Marcondes et al., 2010), considerando-se 120 g/kg de NDT ingerido. Considerou-se que a PBmic possui 80% de aminoácidos e que esses possuem 80% de digestibilidade (NRC, 2001). O consumo de PNDRD foi estimado a

partir do consumo da PB menos o consumo de PBmic, dividido por 0,80 (valor adotado para a digestibilidade intestinal da PNDR).

Ao final de cada período de 56 dias, 12 animais, quatro de cada nível de cálcio e fósforo foram abatidos. Metade dos animais do grupo manutenção foi abatida ao final de 112 dias e o restante ao final dos 168 dias. Antes dos abates, os animais foram submetidos a jejum de sólidos por 16 horas. O abate foi realizado via concussão cerebral e secção da jugular para sangramento total do animal seguido de lavagem do trato gastrointestinal (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso). Foram pesados o coração, pulmões, fígado, baço, rins, gordura interna, diafragma, mesentério, cauda, traquéia, esôfago, aparelho reprodutor, trato gastrointestinal (após lavagem), cabeça, couro, patas, sangue e carcaça para avaliação do peso de corpo vazio (PCVZ).

Após o abate, a carcaça de cada animal foi dividida em duas metades que foram resfriadas em câmara fria a 4°C por aproximadamente 24 horas. Depois de resfriadas, todas as meias-carcaças direitas foram dissecadas em ossos e músculo mais gordura, sendo que estes componentes foram moídos, sendo posteriormente feita uma amostra composta proporcional à sua presença no peso de corpo vazio chamada de amostra carcaça.

Os componentes: rumén, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado e grosso, gordura interna, mesentério, fígado, coração, rins, pulmão, língua, baço, diafragma, esôfago, traquéia e aparelho reprodutor foram moídos em triturador industrial, constituindo uma amostra composta e homogênea de órgãos e vísceras; o sangue foi coletado após a sangria total e acondicionado em recipiente de plástico; a cabeça e os pés foram triturados também em triturador industrial; e o couro picado. Estes

componentes foram amostrados, sendo posteriormente elaborada uma composta proporcional ao peso de corpo vazio do animal, denominada de amostra não-carcaça.

Estas duas amostras obtidas para cada animal foram liofilizadas por 72 horas para quantificação da matéria seca parcial gordurosa (MSG), segundo método INCT-CA G-002/1 (Detmann et al., 2012). Posteriormente, estas amostras foram desengorduradas parcialmente através de lavagens sucessivas com éter de petróleo. Após o desengorduramento parcial, as amostras foram moídas em moinho tipo faca para quantificação dos teores de matéria seca (MS) segundo método INCT-CA G-003/1, matéria mineral (MM) segundo método INCT-CA M-001/1, proteína bruta (PB) segundo método INCT-CA N-001/1 e extrato etéreo (EE) segundo método INCT-CA G-004/1, conforme descritos por Detmann et al. (2012).

Para conversão do peso corporal em jejum (PCJ) em peso de corpo vazio (PCVZ) foram calculadas as relações entre o PCVZ e o PC dos animais mantidos no experimento. Para conversão do ganho médio diário (GMD) em ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) foram calculadas as relações entre o GPCVZ e o GMD.

A gordura removida no desengorduramento parcial foi adicionada ao teor de EE para quantificação do teor total de gordura no corpo animal. O teor total no corpo animal de proteína, matéria mineral, água e gordura foi estimado pelas concentrações percentuais destes nas amostras carcaça e não-carcaça.

Os quatro animais que foram encaminhados à câmara respirométrica, tiveram a sua produção de calor mensurada através da equação de Brouwer (1965): $PC = 16,18VO_2 + 5,02VCO_2 - 2,17VCH_4 - 5,99Nur$, onde: PC = produção de calor (KJ); VO_2 = volume de oxigênio (L); VCO_2 = volume de gás carbônico (L); VCH_4 = volume de metano produzido (L); Nur = nitrogênio urinário (g). Ressalta-se que após 48 horas

de jejum, a produção de metano e as perdas urinárias de compostos nitrogenados (Nur) foram consideradas nulas.

O conteúdo de energia corporal foi obtido a partir dos teores corporais de proteína e gordura e seus respectivos equivalentes calóricos conforme equação preconizada pelo ARC (1980): $CE = 5,6405 \times PB + 9,3929 \times EE$, onde: CE = conteúdo de energia corporal (Mcal); PB = proteína bruta no corpo vazio (kg); EE = extrato etéreo no corpo vazio (kg).

Foram ajustadas equações de regressão entre a energia retida (ER) e o GPCVZ, para determinado PCVZ metabólico ($PCVZ^{0,75}$), utilizando o modelo: $ER = a \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^b$, onde: ER = energia retida (Mcal/ $PCVZ^{0,75}$ /dia); $PCVZ^{0,75}$ = peso de corpo vazio metabólico (kg); GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia); 'a' e 'b' são parâmetros da regressão.

As exigências de energia líquida para manutenção (EL_m) foram obtidas a partir do intercepto da regressão exponencial entre a produção de calor (PC) e o CEM. O modelo utilizado foi: $PC = \beta_0 \times e^{\beta_1 \times CEM}$, onde: PC = produção de calor (Mcal/ $PCVZ^{0,75}$ /dia); CEM = consumo de energia metabolizável (Mcal/ $PCVZ^{0,75}$ /dia); β_0 e β_1 são parâmetros da regressão; 'e' = número de Euler.

A energia metabolizável para manutenção (EM_m , em Mcal/ $PCVZ^{0,75}$ /dia) foi determinada por método iterativo, sendo essa obtida quando o CEM se iguala à PC.

A eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção (k_m) foi obtida a partir da relação entre as exigências de energia líquida e metabolizável para manutenção. Para cálculo das eficiências parciais de uso da energia metabolizável para síntese de gordura e proteína, foi usada a equação: $CEM = \beta_0 + \beta_1 \times ERp + \beta_2 \times ERg$, onde: CEM = consumo de energia metabolizável (Mcal/ $PCVZ^{0,75}$ /dia); ERp = energia corporal

retida na forma de proteína (Mcal/PCVZ^{0,75}); ERg = energia corporal retida na forma de gordura (Mcal/PCVZ^{0,75}); β_0 = exigência de energia metabolizável para manutenção; β_1 e β_2 = ráciprocas das eficiências de deposição da energia na forma de proteína e gordura, respectivamente.

Para cálculo das exigências líquidas de proteína para ganho de peso, foi ajustado um modelo de acordo com a energia retida pelos animais em desempenho: $PR = \beta_0 \times GPCVZ + \beta_1 \times ER$, onde: PR = proteína retida (g/dia); GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia); ER = energia retida (Mcal/dia); β_0 e β_1 são parâmetros da regressão.

A eficiência de uso da proteína metabolizável para ganho foi calculada por meio da regressão entre a proteína retida em função do consumo de proteína metabolizável, conforme modelo descrito por Marcondes et al. (2010): $PR = \beta_0 + \beta_1 \times CPmet$, onde PR = proteína retida (g/PCVZ^{0,75}/dia); CPmet = consumo de proteína metabolizável (g/PCVZ^{0,75}/dia); sendo β_1 a eficiência de uso da proteína metabolizável para ganho (k).

A exigência de proteína metabolizável para manutenção foi calculada de acordo com o NRC (2000), em que o CPmet foi contrastado com o ganho de peso de corpo vazio dos animais em desempenho e manutenção: $CPmet = \beta_0 + \beta_1 \times GPCVZ$, onde: CPmet = consumo de proteína metabolizável (g/dia); GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg/dia).

A divisão do intercepto da regressão citada acima pelo peso metabólico médio dos animais estima os requerimentos de proteína metabolizável para manutenção (PMm): $PMm = \beta_0 / PCJ^{0,75}$, onde: PMm = exigência de proteína metabolizável para manutenção (g/PC^{0,75}/dia); β_0 = intercepto da equação apresentada acima; $PCJ^{0,75}$ = peso corporal em jejum médio metabólico (kg).

A exigência de proteína metabolizável para ganho (PMg) foi calculada dividindo-se as exigências líquidas de proteína para ganho pela eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho.

Os modelos lineares foram construídos por intermédio do PROC REG do SAS e para os modelos não-lineares o PROC NLIN do SAS. Para todos os testes foram utilizados 0,05 como nível crítico de probabilidade para verificar a significância dos parâmetros dos modelos.

Resultados e Discussão

Os três níveis de cálcio e fósforo real representaram: baixo = 38 e 86%; médio = 64 e 94%; normal = 89 e 102%, respectivamente de cálcio e fósforo em porcentagem da exigência do animal predita pelo BR-CORTE (2010). No NRC (2000) estes níveis representaram: baixo = 34 e 85%; médio = 57 e 93%; normal = 80 e 101%, respectivamente de cálcio e fósforo. Já no AFRC (1993) estes níveis representaram: baixo = 43 e 57%; médio = 71 e 62%; normal = 100 e 67%, respectivamente de cálcio e fósforo.

Na Tabela 3 encontram-se a composição química da carcaça, não-carcaça e do corpo vazio dos animais deste ensaio e dos animais mantidos na câmara respirométrica.

A equação obtida para a relação entre o peso de corpo vazio (PCVZ) e o peso corporal em jejum (PCJ) foi: $PCVZ = 0,90339_{\pm 0,00236} \times PCJ$, onde: PCVZ = peso de corpo vazio (kg); PCJ = peso corporal em jejum.

A relação encontrada foi próxima à utilizada pelo BR-CORTE (2010) de 0,895. Silva (2011), trabalhando com bovinos machos nelore em crescimento e terminação obteve valor de 0,9143.

Tabela 3 – Composição química da carcaça, não-carcaça e corpo vazio, expressa em porcentagem, de bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês

Item	0	56	112	168	Mantença	UFMG
Composição química da Carcaça						
Proteína bruta	18,92	17,40	16,74	17,13	17,61	16,96
Extrato etéreo	7,34	13,19	18,50	20,74	12,78	12,74
Matéria mineral	5,66	4,85	3,70	3,94	5,01	4,30
Água	68,08	64,56	61,05	58,19	64,60	66,01
Composição química Não-Carcaça						
Proteína bruta	-	12,44	16,90	19,86	12,68	11,56
Extrato etéreo	-	18,00	17,62	17,83	17,77	17,67
Matéria mineral	-	4,86	3,74	3,95	5,00	4,33
Água	-	64,71	61,73	58,36	64,55	66,45
Composição química do Corpo Vazio						
Proteína bruta	18,92	17,96	17,43	17,78	17,77	17,55
Extrato etéreo	7,34	12,41	16,72	19,82	12,68	11,48
Matéria mineral	5,66	4,85	3,70	3,94	5,01	4,30
Água	68,08	64,56	61,05	58,19	64,60	66,01

A equação obtida para relação entre o ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ) e o ganho médio diário (GMD) foi: $GPCVZ = 0,93940_{\pm 0,00631} \times GMD$, onde: GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg); GMD = ganho médio diário (kg).

Os animais que foram encaminhados a câmara respirométrica, tiveram a sua produção de calor mensurada através da equação de Brouwer (1965) (Tabela 4).

Tabela 4 – Médias e desvios da produção de calor (PC) obtida pela câmara respirométrica.

Animal	Peso (kg)	VCO ₂ ¹ (L/kg ^{0,75})	VO ₂ ¹ (L/kg ^{0,75})	PC ¹ (kJ/kg ^{0,75})	PC ¹ (kcal/kg ^{0,75})
23	207	10,5	15,1	297,6	71,08
24	270	10,2	20,1	375,8	89,75
25	193	11,2	19,3	368,7	88,07
26	205	11,0	20,7	389,8	93,11
Média	-	10,7	18,8	357,98	85,5
Desvio	-	0,4	2,5	41,2	9,8

¹ VCO₂ = volume produzido de gás carbônico; VO₂ = volume consumido de oxigênio; PC = produção de calor.

Pela Tabela 4 é possível observar que a produção de calor obtida com a câmara (média de 85,5 kcal/PCJ^{0,75}) foi maior que a produção de calor obtida pelo método do abate comparativo (média de 68,9). Deve-se ressaltar que o peso em jejum de sólidos de 48 horas está sendo considerado equivalente ao PCVZ, pois a relação entre PCVZ/PCJ dos animais do abate comparativo de 0,9034 não pode ser considerada para os animais que passaram pela câmara respirométrica, uma vez que o jejum dos animais do abate comparativo é somente de sólidos e de 16 horas. Isso mostra que possivelmente a equação descrita por Brouwer (1965) não seja adequada para estimar a produção de calor para animais com predominância de sangue Zebu.

Utilizando o abate comparativo, a produção de calor dos animais não é diretamente mensurada, sendo obtida pela diferença entre o consumo de energia metabolizável (CEM) e a energia retida (ER) no corpo vazio do animal. Relacionando a produção de calor com o CEM foi obtida a equação $PC = 0,0689_{\pm 0,00284} \times e^{4,5001 \pm 0,1610 \times CEM}$. A exigência E_{LM} foi de 68,9 kcal/PCVZ^{0,75}/dia. Este valor foi inferior ao demonstrado na literatura, o BR-CORTE (2010), mostra que esta exigência é de 74,2

kcal/PCVZ^{0,75}/dia. O valor obtido encontra-se próximo ao valor de taxa metabólica basal sugerida para mamíferos homeotérmicos adultos, quando a medida foi feita em câmaras respirométricas, que é de 69 kcal/PCVZ^{0,75}/dia (Poczopko, 1971).

A exigência de energia metabolizável para manutenção (EM_m) foi calculada pelo método iterativo, onde a EM_m é a igualdade entre o CEM e a PC, o valor obtido foi de 90,17 kcal/PCVZ^{0,75}/dia. Esse valor é inferior ao sugerido pelo BR-CORTE (2010) de 112,4 kcal/PCVZ^{0,75}/dia e por outros relatados na literatura.

Foi ajustada a equação da ER em função do PCVZ e do GPCVZ, para obter as exigências de energia de ganho para qualquer faixa de peso e de ganho de peso: $EL_g = 0,0505_{\pm 0,000986} \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,095}$, onde: EL_g = exigência de energia líquida para ganho (Mcal/dia); PCVZ^{0,75} = peso de corpo vazio metabólico (kg); GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg). A equação obtida possui um intercepto próximo daquele sugerido pelo BR-CORTE (2010) para bovinos zebuínos machos inteiros (0,053).

A eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção (k_m) foi obtida dividindo-se a EL_m pela EM_m (68,9/90,17), obtendo-se o valor de 0,7641. Valor este superior aos reportados por Silva (2011), Chizzotti et al. (2008) e Valadares Filho et al. (2006), que foram, respectivamente, 0,67; 0,67 e 0,63.

Para conversão da exigência de EL em exigência de EM para ganho é necessário conhecer a eficiência de utilização da EM para ganho de peso (kg). Essa eficiência pode ser obtida através da regressão da ER em função do CEM (Figura 1), sendo o coeficiente de inclinação igual à eficiência (BR-CORTE, 2010), encontrando-se valor de 0,21 para a eficiência para ganho (K_g). Silva (2011) e Gionbelli (2010), trabalhando

com bovinos nelore, utilizando o mesmo procedimento citado acima, encontraram valores superiores, respectivamente, de 0,33 e 0,38.

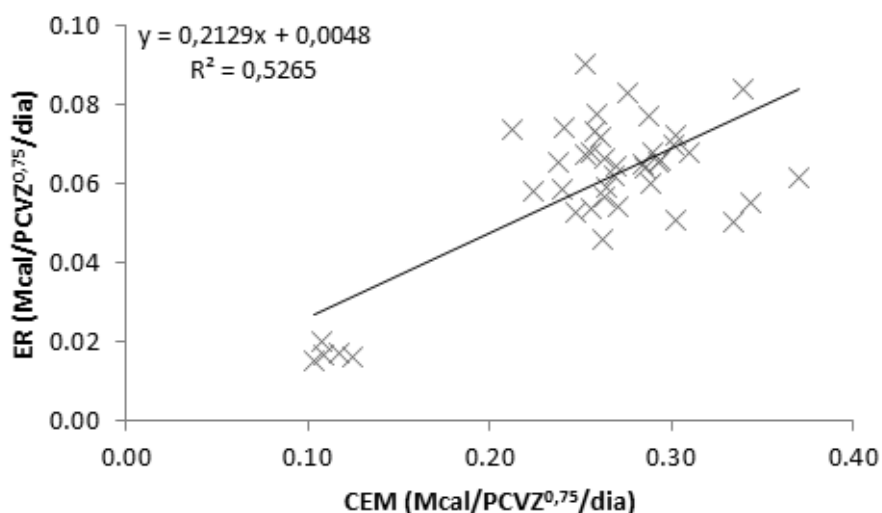


Figura 1 – Energia retida (ER) em função do consumo de energia metabolizável (CEM) de bovinos machos cruzados não castrados.

Geay (1984) relatou que as eficiências de deposição de gordura e de proteína são diferentes, e que essas são função das proporções de ganho de cada um desses constituintes no corpo animal. A equação obtida para gerar os valores da eficiência foi: $CEM = 0,09017 + 1,42 \times ERg + 6,61 \times ERp$, onde: CEM = consumo de energia metabolizável (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia); ERg = energia retida na forma de gordura (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia); ERp = energia retida na forma de proteína (Mcal/PCVZ^{0,75}/dia). A partir do modelo proposto acima, as eficiências variáveis de deposição de gordura e proteína foram obtidas pelo inverso dos coeficientes estimados. Sendo assim: $1 \div 1,42 = 0,7004 = k_{gord}$, e $1 \div 6,61 = 0,1512 = k_{ptn}$, sendo k_{gord} = eficiência de deposição de gordura e k_{ptn} = eficiência de deposição de proteína.

As eficiências para deposição de gordura e proteína obtidas neste ensaio foram inferiores às eficiências relatadas por Silva (2011), Gionbelli (2010) e Chizzotti et

al.(2008) que foram, respectivamente: 0,71 e 0,18; 0,83 e 0,25; 0,79 e 0,34. Esta diferença pode ser explicada pelo fato dos animais deste experimento terem sido abatidos com pesos menores e também por conterem menor depósito de gordura na carcaça.

Relacionando-se o consumo de proteína metabolizável (CPmet) e o GPCVZ dos animais obteve-se a seguinte equação: $CPmet = 152,38_{\pm 30,7376} + 351,12_{\pm 26,2730} \times GPCVZ$, onde: CPmet = consumo de proteína metabolizável (g/dia); GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio.

Dividindo-se o intercepto pelo PCVZ médio dos animais (67,18 kg) obtém-se a exigência de proteína metabolizável para manutenção (PMm), equivalente a $2,26 \text{ g/PC}^{0,75}$. Este valor encontra-se bem abaixo dos recomendados pelo NRC (2000) de $3,8 \text{ g/PC}^{0,75}$ e pelo BR-CORTE (2010) de $4,0 \text{ g/PC}^{0,75}$.

A partir da equação ajustada da proteína retida (PR) em função do CPmet, gera-se o coeficiente de inclinação de 0,3711 ou 37,11%, considerado a eficiência de utilização da proteína metabolizável para ganho (Figura 2), valor abaixo dos preconizados pelo BR-CORTE (2010) de 46,9% e pelo NRC (2000) de 49,2%: $PR = -0,4437_{\pm 0,40128} + 0,3711_{\pm 0,04505} \times CPmet$, onde: PR = proteína retida ($\text{g/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$); CPmet = consumo de proteína metabolizável ($\text{g/PCVZ}^{0,75}/\text{dia}$).

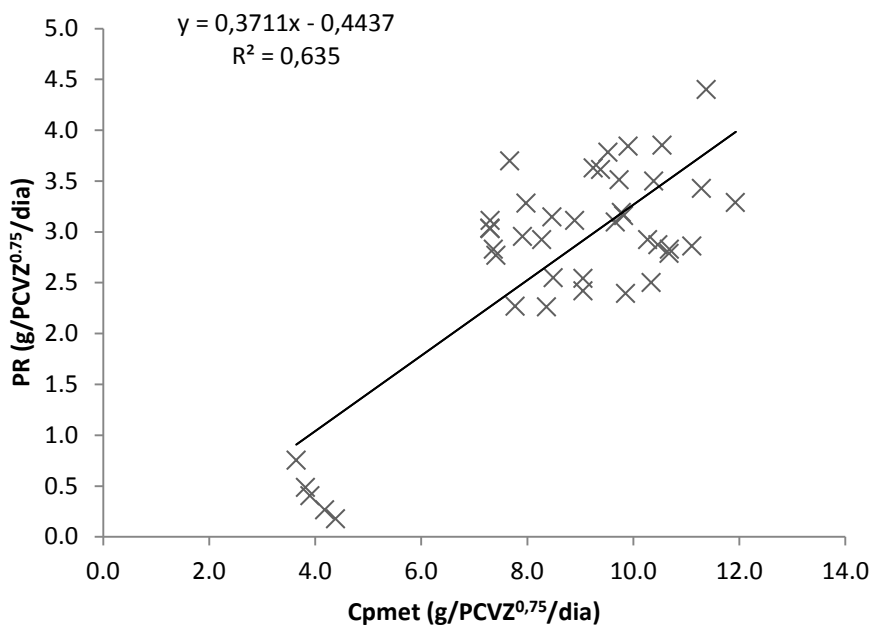


Figura 2 – Relação entre a proteína retida (PR) e o consumo de proteína metabolizável (Cpmet) de bovinos machos cruzados não castrados.

A proteína retida no corpo animal foi estimada a partir da equação proposta por Marcondes et al. (2010), $PLg = 162,79_{\pm 18,2546} \times GPCVZ - 1,30_{\pm 5,3010} \times ER$, onde: PLg = exigência de proteína líquida para ganho (g/dia); GPCVZ = ganho de peso de corpo vazio (kg); ER = energia retida (Mcal/dia).

Os parâmetros obtidos neste experimento foram inferiores aos encontrados por outros autores (Silva, 2011; Gionbelli, 2010 e BR-CORTE, 2010). A explicação pode ser devido aos animais deste experimento possuírem grau de sangue Holandês e terem depositado pouca gordura corporal.

Na Tabela 5 verifica-se o resumo das equações geradas neste trabalho.

Tabela 5 – Resumo dos modelos de estimativas das exigências nutricionais de energia e proteína para bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês não castrados

Item	Equação	Unid.
PCVZ	$0,9034 \times PCJ$	kg
GPCVZ	$0,9394 \times GMD$	kg/dia
EL _m	68,9	Kcal/PCVZ ^{0,75} /dia
EM _m	90,17	Kcal/PCVZ ^{0,75} /dia
k _m	0,7641	-
EL _g	$EL_g = 0,0505_{\pm 0,000986} \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,095}$	Mcal/dia
k _g	0,2129	-
EM _g	EL _g /kg	Mcal/dia
EM _{total}	EM _m + EM _g	Mcal/dia
ED	EM $\times$ 0,82	Kcal/PCVZ ^{0,75} /dia
NDT	ED $\times$ 4,409	kg/dia
PL _g	$162,79_{\pm 18,2546} \times GPCVZ - 1,30_{\pm 5,3010} \times ER$	g/dia
K	0,3711	-
PM _g	PL _g /k	g/dia
PM _m	$2,26 \text{ g} \times PC^{0,75}$	g/dia
PM _{total}	PM _m + PM _g	g/dia
PB _{mic}	$120 \times NDT$	g/dia
PDR	PB _{mic} $\times$ 1,11	g/dia
PNDR	$(PM_{total} - (PB_{mic} \times 0,64)) / 0,80$	g/dia
PB	PDR + PNDR	g/dia

Conclusões

As exigências de energia líquida para manutenção de bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês não castrados são de 68,9 kcal/PCVZ^{0,75}/dia; e as exigências para ganho de EL_g e PL_g podem ser obtidas pelas respectivas equações: EL_g (Mcal/dia) = $0,0505_{\pm 0,000986} \times PCVZ^{0,75} \times GPCVZ^{1,095}$ e PL_g (g/dia) = $162,79_{\pm 18,2546} \times GPCVZ - 1,30_{\pm 5,3010} \times ER$.

As eficiências de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês não castrados são de, respectivamente: 76,41% e 21,29 %.

As eficiências de deposição de energia na forma de gordura e proteína são de 70,04 e 15,12%, respectivamente.

A eficiência de uso da proteína metabolizável para ganho de bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês não castrados em crescimento e terminação é de 37,11%.

Referências Bibliográficas

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. 1991. **Technical committee on responses to nutrients**, Report 6. A reappraisal of the calcium and phosphorous requirements of sheep and cattle. *Nut. Abs. Rev.*, 61(9):576-612.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. 1980. **The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock**. London: Agricultural Research Council. The Gresham Press, 351p.
- BROUWER, M. Report of sub-committee on constants and factores. 1965. In: Symposion of Energy Metabolism held at European association for animal production, 1965. London. **Proceedings...** London: EAAP Academic.441-443.
- CHIZZOTTI, M. L.; TEDESCHI, L. O.; VALADARES FILHO, S. C. 2008.A meta-analisys of energy and protein requirements for maintenance and growth of Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, v.86, p. 1588-1597.
- COELHO DA SILVA, J. F. & LEÃO, M. I. 1979. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. 1ed. Piracicaba: Livroceres, 380p.
- COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANIZATION – CSIRO. 2007. **Nutrients requirements of domesticated ruminants**. Collingwood, VIC: Commonwealth scientific and industrial research organization, 270p.
- DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C. et al. 2012. Métodos para Análise de Alimentos. 214p.
- DETMANN, E. & VALADARES FILHO, S.C. 2010. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, vol.62, p. 980-984.
- GEAY, Y. 1984. Energy and protein utilization in growing cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, p.766-778.
- GIONBELLI, M. P. 2010. **Desempenho produtivo e exigências nutricionais de fêmeas nelore em crescimento**. Dissertação. Viçosa-MG.

IBGE; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Acesso em 10 de julho de 2012. Disponível http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=2002&id_pagina=1. on line:

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. 2001. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C. 381p.

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

POCZOPKO, P. 1971. Metabolic levels in adults homeotherms. ACTA Theriologica, v. 16, n. 1.

SILVA, L.F.C. 2011. **Exigências nutricionais, validação de equações para a estimativa da composição do corpo vazio e uso da creatinina para estimar a proporção de tecido muscular em bovinos nelore**. Dissertação. Viçosa-MG.

VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; PAULINO, P.V.R., et al. 2010. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR CORTE**. 2 ed. Viçosa : UFV, Suprema Gráfica Ltda. 193p.

VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K. A. 2006. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos – BR CORTE**. 1 ed. Viçosa : UFV, Suprema Gráfica Ltda. 142p.

CAPÍTULO 3

Avaliação de modelos para predição da composição química corporal de bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês

Resumo – Objetivou-se avaliar as equações para predição da composição corporal propostas pelo BR-CORTE (2006 e 2010) e também por Hankins & Howe (1946), a partir da seção compreendida entre a 9ª e 11ª costelas, para bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês não castrados. Foram utilizados 46 bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês não castrados, com peso inicial de 214 ± 4 kg e idade média de $11 \pm 0,2$ meses. As dietas foram constituídas de silagem de milho e concentrado (60:40), sendo isoprotéicas (126,1 g/kg). Após os abates, foi retirada a seção compreendida entre a 9ª e 11ª costelas da carcaça direita, e realizada sua completa dissecação. Da mesma forma, foi realizada a dissecação completa da carcaça direita do animal. Foram também avaliados o peso de corpo vazio, rendimento de carcaça, porcentagens de gordura visceral, órgãos e vísceras, e a composição dos componentes químicos da carcaça, não carcaça e do corpo vazio. As avaliações comparativas da eficiência de predição entre os modelos foram feitas por intermédio da estimativa do quadrado médio do erro da predição e seus componentes, pelo coeficiente de correlação e concordância (CCC) e pela distribuição dos erros de predição. As equações propostas pelo BR-CORTE (2006) estimaram adequadamente a proteína bruta e a água da carcaça e o extrato etéreo e a água do corpo vazio. As equações propostas pelo BR-CORTE (2010) estimaram adequadamente a proteína bruta e o extrato etéreo da carcaça e a proteína bruta do corpo vazio. As equações propostas por Hankins & Howe (1946) estimaram adequadamente somente a proteína bruta da carcaça. Foram geradas equações para a predição da composição química dos componentes do não-carcaça. Conclui-se que as equações propostas pelo BR-CORTE (2010) estimam adequadamente a proteína bruta e o extrato etéreo da carcaça e a proteína bruta do corpo vazio de bovinos cruzados; e que as equações propostas pelo BR-CORTE (2006) estimam adequadamente a proteína bruta e a água da carcaça e o extrato etéreo e a água do corpo vazio. Foram propostas equações para estimar a composição química dos componentes não carcaça para bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês: $PB_{NC} = 15,55 + 0,11 \times PB_{SEC} + 0,004 \times PCVZ$; $EE_{NC} = 8,47 + 0,11 \times EE_{SEC} + 2,99 \times GV - 0,74 \times OV$ e $A_{NC} = 60,31 + 0,25 \times A_{SEC} - 1,97 \times GV$.

CHAPTER 3

Evaluation of models to prediction chemical body composition of crossbred cattle ($\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holstein)

Abstract – The third chapter aimed to test the equations for predicting chemical body composition proposed by Hankins & Howe (1946) and BR-CORTE (2006 and 2010) using the section between the 9-11th rib for crossbred cattle ($\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holstein) uncastrated. We used 46 crossbred cattle ($\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holstein) uncastrated with an initial weight of 214 ± 4 kg and a mean age of 11 ± 0.2 months. Diets were composed of corn silage and concentrate (60:40), and isonitrogenous (126.1 g/kg). After slaughtering, the section was removed between the 9-11th rib of the right carcass, and it was complete dissected. Similarly, the right carcass of animal was complete dissected. We also evaluated the empty body weight, carcass dressing, percent of visceral fat, percent of organs and viscera and the carcass, not carcass and empty body weight chemical composition. The prediction efficiency between models were made by estimating the mean square error of prediction and its components, concordance correlation coefficient (CCC) and distribution of the prediction errors. The equations proposed by BR-CORTE (2006) estimated adequately crude protein and water of carcass and ether extract and water of empty body. The equations proposed by BR-CORTE (2010) estimated adequately crude protein and ether extract of carcass and crude protein of empty body. The equations proposed by Hankins & Howe (1946) estimated accurately only crude protein of carcass. New equations were generated to predict the chemical composition of non-carcass components. It is conclude that the equations proposed by BR-CORTE (2010) estimated correctly the crude protein and ether extract of carcass and crude protein of empty body for crossbred cattle, and that the equations proposed by BR-CORTE (2006) estimate properly the crude protein and water of carcass, and ether extract and water of empty body. The proposed equations to estimate the chemical composition of non carcass for crossbred cattle ($\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holstein) were $CP_{NC} = 15.55 + 0.11 \times CP_{sec} + 0.004 \times EBW$; $EENC = 8.47 + 0.11 \times EE_{sec} + 2.99 \times VF - 0.74 \times OV$ and $WNC = 60.31 + 0.25 \times W_{sec} - 1.97 \times VF$.

Introdução

Para estimação das exigências nutricionais dos animais, o principal passo é a avaliação da composição corporal do animal, o que pode ser realizado utilizando-se métodos direto ou indiretos. O método direto envolve a dissecação completa do corpo animal e a subsequente avaliação da composição química. Este processo possui alto custo e é muito laborioso. Os métodos indiretos envolvem processos e parâmetros mais facilmente obtidos, tendo surgido devido à necessidade de se encontrar uma maneira mais simples de estimar a composição química e física do corpo animal.

Diversos métodos indiretos foram desenvolvidos: gravidade específica, água tritiada, isótopos marcados, ultrassom e seção das costelas. O método mais utilizado no Brasil é aquele baseado no uso da seção das costelas, que compreende o corte entre a 9^a e 11^a costelas, proposto por Hankins & Howe (1946). Esses autores desenvolveram equações para estimar a composição física e química apenas da carcaça de bovinos.

Alguns autores (Lana, 1988; Silva, 2001; Paulino et al., 2005; Marcondes et al., 2009) dissecaram meia carcaça e avaliando sua composição pela seção compreendida entre a 9^a e 11^a costelas concluíram que as equações desenvolvidas por Hankins & Howe (1946) não estimaram de forma acurada a composição física e química de animais zebuínos.

Dessa forma, Valadares Filho et al. (2006) propuseram novas equações a partir de experimentos conduzidos em condições brasileiras. Posteriormente, Marcondes et al. (2010), analisando banco de dados formado por 329 animais criados em condições tropicais, geraram novas equações na tentativa de estimar a composição física e química do corpo vazio e também da carcaça. Contudo, nenhum desses autores utilizou em seu

banco de dados animais mestiços provenientes de cruzamento de zebuínos com Holandês.

Portanto, objetivou-se com este trabalho testar as equações geradas pelo BR-CORTE (2006; 2010) e por Hankins & Howe (1946) para predição da composição química da carcaça e do corpo vazio e gerar equações para os componentes não-carcaça.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido no confinamento experimental do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa-MG, sendo a parte de campo conduzida no período de fevereiro a agosto de 2011.

Foram utilizados 46 bovinos machos $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês, não castrados, com peso corporal médio inicial de 214 ± 4 kg e idade média de $11 \pm 0,2$ meses. Do total de animais, quatro foram aleatoriamente selecionados para compor o grupo referência e seis para compor o grupo manutenção. Os animais remanescentes foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3×3 , sendo três níveis de cálcio e fósforo (baixo, médio e normal) e três períodos de confinamento (56, 112 ou 168 dias) com quatro repetições. Os três níveis de cálcio e fósforo foram: baixo = 1,8 e 2,2 g/kg; médio = 3,0 e 2,4 g/kg; normal = 4,2 e 2,6 g/kg, respectivamente de cálcio e fósforo na base da matéria seca da dieta.

A dieta foi formulada de acordo com o BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2010), para um ganho médio diário de 1,25 kg, sendo apenas os níveis de cálcio e fósforo variados para constituir os fatores baixo, médio e normal das dietas experimentais. O nível mais baixo de fósforo não continha fonte de P suplementar e o teor de cálcio foi calculado para suprir 50% das exigências descritas pelo BR-CORTE (Gionbelli et al.,

2010), sendo que o P supria 80% das exigências. O nível médio foi considerado como 75% das exigências de cálcio e 90% das exigências de P, enquanto que o nível normal foi calculado para atender 100% das exigências nutricionais desses dois minerais.

Inicialmente, todos os animais foram pesados, identificados e tratados contra ecto e endoparasitas. Os animais passaram por um período de 30 dias para adaptação às condições do experimento e às instalações.

A dieta foi constituída de 60% de silagem de milho na base da matéria seca (MS) e 40% de concentrado formulado à base de fubá de milho, farelo de soja, uréia/sulfato de amônio, calcário, fosfato bicálcico, sal comum e mistura micromineral. A composição química média dos alimentos utilizados na formulação das dietas é apresentada na Tabela 1, e as proporções dos ingredientes no concentrado e nas dietas e sua composição química média são apresentadas na Tabela 2.

Após o período de adaptação, em que todos os animais receberam a mesma dieta, os animais referências foram abatidos.

Tabela 1 – Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.

Itens	Silagem de milho	Fubá de milho	Farelo de soja	Calcário	Fosfato bicálcico	Sal	Uréia	SA ²
g/kg								
MS ¹	290,8	863,4	878,4	999,2	962,5	990,6	976,9	971,2
g/kg MS ¹								
MO ¹	949,0	985,4	923,5	-	94,6	31,5	994,2	977,3
PB ¹	67,7	92,5	525,2	-	-	-	2897,8	1337,8
EE ¹	35,3	29,7	16,1	-	-	-	-	-
FDN _{cp} ¹	475,3	93,8	113,9	-	-	-	-	-
CNF ¹	370,7	769,4	268,3	-	-	-	-	-

¹ MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigido para proteína bruta e cinzas; CNF = carboidratos não fibrosos.

² SA = sulfato de amônio

Os alimentos foram fornecidos duas vezes ao dia (todo o volumoso e metade do concentrado foi fornecido na parte da manhã, enquanto na parte da tarde foi fornecido o restante do concentrado) e o fornecimento ajustado diariamente de forma a manter as sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. A quantidade de ração oferecida foi registrada diariamente, assim como foram coletadas as amostras da silagem de milho e das sobras de cada animal, sendo essas posteriormente congeladas. As amostras foram agrupadas, de forma proporcional, a cada período de sete dias, constituindo-se em amostras compostas, as quais foram parcialmente secas em estufa com ventilação forçada a 55°C por 72h e moídas em moinho de facas (1 mm). Foi elaborada uma amostra composta das sobras e da silagem de milho por subperíodo de 28 dias de forma proporcional à matéria seca ao ar das sobras e da silagem de milho a cada semana.

Foram elaboradas amostras compostas para cada período experimental proporcionalmente à quantidade de cada mistura do concentrado.

As pesagens dos animais foram efetuadas a cada 28 dias para acompanhamento do ganho de peso dos animais. O experimento foi subdividido em três períodos de 56 dias, com três abates no final de cada (56, 112 e 168 dias).

Tabela 2 – Proporções dos alimentos no concentrado e na dieta e a composição do concentrado e da dieta na base da matéria seca.

Ingredientes	Concentrado			Dieta		
	Baixo ²	Médio ²	Normal ²	Baixo ²	Médio ²	Normal ²
Proporção (g/kg MS)						
Silagem de Milho	-	-	-	600,0	600,0	600,0
Fubá de Milho	802,7	802,7	802,7	320,0	320,0	320,0
Farelo de Soja	147,7	147,7	147,7	59,0	59,0	59,0
Calcário	3,7	9,3	14,9	1,7	4,2	6,7
Fosfato Bicalc.	0	3,3	6,9	0	1,5	3,0
Sal	4,6	4,6	4,6	2,0	2,0	2,0
Uréia	20,4	20,4	20,4	9,0	9,0	9,0
Sulf. de Amônio	2,3	2,3	2,3	1,0	1,0	1,0
Areia	18,4	9,2	0	8,0	4,0	0
Micromineral	0,5	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2
Composição Química (g/kg MS)						
MS ¹	871,6	871,5	871,4	523,1	523,0	523,0
MO ¹	949,9	950,3	950,7	949,3	949,5	949,6
PB ¹	213,9	213,9	213,9	126,1	126,1	126,1
EE ¹	26,2	26,2	26,2	31,6	31,6	31,6
FDNcp ¹	92,1	92,1	92,1	322,0	322,0	322,0
CNF ¹	653,9	654,3	654,7	485,6	485,8	485,9
Cálcio	1,8	4,8	7,7	1,8	3,0	4,2
Fósforo	2,4	2,8	3,2	2,2	2,4	2,6

¹ MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para proteína bruta e cinzas; CNF = carboidratos não fibrosos;

² Baixo = suprimento de 38% e 86% das exigências descritas pelo BR-CORTE para suprir respectivamente cálcio e fósforo; Médio = suprimento de 64% e 94% das exigências descritas pelo BR-CORTE para suprir respectivamente cálcio e fósforo; Normal = suprimento de 89% e 102% das exigências descritas pelo BR-CORTE para suprir respectivamente cálcio e fósforo.

As amostras de alimentos, sobras e fezes foram avaliadas quanto aos teores de matéria seca definitiva (MS) segundo método INCT–CA G-003/1, matéria mineral

(MM) segundo método INCT-CA M-001/1, proteína bruta (PB) segundo método INCT-CA N-001/1, fibra em detergente neutro (FDN) segundo método INCT-CA F-001/1 e correções para proteína e cinza, respectivamente, segundo método INCT-CA N-004/1 e INCT-CA M-002/1, e extrato etéreo (EE) segundo método INCT-CA G-004/1, conforme descrito por Detmann et al. (2012). A solução mineral para determinação de cálcio e fósforo foi preparada por digestão nitro-perclórica, segundo método INCT-CA M-004/1. Após as devidas diluições, o teor de P foi determinado por colorimetria, segundo método INCT-CA M-008/1 e o Ca por espectrofotometria de absorção atômica.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados como proposto por Detmann & Valadares Filho (2010), em que: $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivado da uréia} + \% \text{ uréia}) + \%FDN_{cp} + \%EE + \%MM]$, onde: CNF = carboidratos não fibrosos; PB = proteína bruta; FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigido para proteína e cinzas; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral.

Ao final de cada período de 56 dias, 12 animais, quatro de cada nível de cálcio e fósforo foram abatidos. Antes dos abates, os animais foram submetidos a jejum de sólidos por 16 horas. O abate foi realizado via concussão cerebral e secção da jugular para sangramento total do animal seguido de lavagem do trato gastrointestinal (rúmen, retículo, omaso, abomaso e intestinos delgado e grosso). Foram pesados o coração, pulmões, fígado, baço, rins, gordura interna, diafragma, mesentério, cauda, traquéia, esôfago, aparelho reprodutor, trato gastrointestinal (após lavagem), cabeça, couro, patas, sangue e carcaça para avaliação do peso de corpo vazio (PCVZ).

Após o abate, a carcaça de cada animal foi dividida em duas metades que foram, em seguida, resfriadas em câmara fria a 4°C por aproximadamente 24 horas. Depois de

resfriadas, as carcaças foram pesadas e foi retirada a amostra correspondente à 9ª e 11ª costela da carcaça direita, conforme recomendações de Hankins & Howe (1946). Para posteriores dissecação, onde foram obtidas duas amostras, sendo uma de músculo e gordura e outra de ossos.

Depois de retirada a seção, a carcaça direita foi completamente dissecada e, logo após, foi feita uma amostra composta do componente carcaça.

Os componentes: rumén, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado e grosso, gordura interna, mesentério, fígado, coração, rins, pulmão, língua, baço, diafragma, esôfago, traquéia e aparelho reprodutor foram moídos em triturador industrial, constituindo uma amostra composta e homogênea de órgãos e vísceras; o sangue foi coletado após a sangria total e acondicionado em recipiente de plástico; a cabeça e os pés foram triturados também em triturador industrial; e o couro picado. Estes componentes foram amostrados e feita uma composta proporcional ao peso de corpo vazio do animal chamada de amostra não-carcaça.

As amostras (carcaça, não-carcaça, músculo e gordura da seção e ossos da seção) foram liofilizadas por 72 horas para determinação da matéria seca parcial gordurosa (MSG), segundo método INCT-CA G-002/1 (Detmann et al., 2012). Posteriormente, estas amostras foram parcialmente desgorduradas através de lavagens sucessivas com éter de petróleo. Após o desgorduramento parcial, as amostras foram moídas em moinho tipo faca para quantificação dos teores de matéria seca (MS) segundo método INCT-CA G-003/1, matéria mineral (MM) segundo método INCT-CA M-001/1, proteína bruta (PB) segundo método INCT-CA N-001/1 e extrato etéreo (EE) segundo método INCT-CA G-004/1, conforme descrito por Detmann et al. (2012).

Foram avaliadas as equações geradas pelo BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006 e Marcondes et al., 2010) e por Hankins & Howe (1946) para a composição química da carcaça; e as equações geradas pelo BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2006 e Marcondes et al., 2010) para estimar a composição química do corpo vazio, utilizando a seção compreendida entre a 9ª e 11ª costelas e outros parâmetros (Tabela 3).

Foram ainda geradas equações para estimar a composição química dos componentes não-carcaça.

As avaliações comparativas da eficiência de predição entre os modelos foram feitas por intermédio da estimativa do quadrado médio do erro da predição e seus componentes (Kobayashi & Salam, 2000): $QMEP = QV + MaF + MoF = 1/n \sum_{i=1} (x_i - y_i)^2$, $QV = (x - y)^2$, $MaF = (s_x - s_y)^2$, $MoF = 2 \times s_x s_y (1 - r)$, onde: x = valores preditos; y = valores observados; $QMEP$ = quadrado médio do erro de predição; QV = quadrado do vício; MaF = componente relativo à magnitude de flutuação aleatória; MoF = componente relativo ao modelo de flutuação aleatória; s_x e s_y = desvios padrão para valores preditos e observados; r = correlação linear de Pearson entre os valores preditos e observados.

A eficiência de predição foi também avaliada por intermédio da estimativa do coeficiente de correlação e concordância (CCC) ou índice de reprodutividade, estimado segundo Tedeschi (2006).

Tabela 3 – Equações utilizadas para estimar a composição química da carcaça e do corpo vazio de bovinos machos não castrados.

Itens	Equações
Composição Química da Carcaça (BR-CORTE, 2010)	
Proteína Bruta	$PB_C (\%) = 17,92 + 0,60 \times PB_{sec} - 0,17 \times RC$
Extrato Etéreo	$EE_C (\%) = 4,31 + 0,31 \times EE_{sec} + 1,37 \times GV$
Água	$A_C (\%) = 48,74 + 0,28 \times A_{sec} - 0,017 \times PCVZ$
Composição Química da Carcaça (BR-CORTE, 2006)	
Proteína Bruta	$PB_C (\%) = 4,05 + 0,78 \times PB_{sec}$
Extrato Etéreo	$EE_C (\%) = 4,96 + 0,54 \times EE_{sec}$
Água	$A_C (\%) = 34,97 + 0,45 \times A_{sec}$
Composição Química da Carcaça (Hankins & Howe, 1946)	
Proteína Bruta	$PB_C (\%) = 5,98 + 0,66 \times PB_{sec}$
Extrato Etéreo	$EE_C (\%) = 2,82 + 0,77 \times EE_{sec}$
Água	$A_C (\%) = 14,90 + 0,78 \times A_{sec}$
Composição Química do Corpo Vazio (BR-CORTE, 2010)	
Proteína Bruta	$PB_{CVZ} (\%) = 10,78 + 0,47 \times PB_{sec} - 0,21 \times GV$
Extrato Etéreo	$EE_{CVZ} (\%) = 2,75 + 0,33 \times EE_{sec} + 1,80 \times GV$
Água	$A_{CVZ} (\%) = 38,31 + 0,33 \times A_{sec} - 1,09 \times GV + 0,50 \times OV$
Composição Química do Corpo Vazio (BR-CORTE, 2006)	
Proteína Bruta	$PB_{CVZ} (\%) = 4,96 + 0,76 \times PB_{sec}$
Extrato Etéreo	$EE_{CVZ} (\%) = 4,56 + 0,60 \times EE_{sec}$
Água	$A_{CVZ} (\%) = 31,42 + 0,51 \times A_{sec}$

PB_C: PB na carcaça; PB_{sec}: PB na seção da costela; RC: rendimento de carcaça; EE_C: EE na carcaça; EE_{sec}: EE na seção da costela; GV: porcentagem de gordura visceral no PCVZ; OV: porcentagem de órgãos e vísceras; A_C: água na carcaça; A_{sec}: água na seção da costela; PB_{CVZ}: PB no corpo vazio; EE_{CVZ}: EE no corpo vazio; MM_{CVZ}: matéria mineral no corpo vazio; A_{CVZ}: água no corpo vazio.

Resultados e Discussão

Na Tabela 4 são apresentados os dados referentes às variáveis utilizadas para testar e gerar as equações para estimativa da composição química da carcaça, dos componentes não-carcaça e do peso de corpo vazio de bovinos.

Tabela 4 – Descrição das variáveis utilizadas para estimar e gerar as composições químicas da carcaça, dos componentes não-carcaça e do corpo vazio.

Itens ¹	Média	DP ²	Máximo	Mínimo
PCVZ (kg)	303,15	86,47	464,60	149,91
Carcaça (kg)	190,14	55,90	303,20	93,60
Órgãos e Vísceras (% PCVZ)	15,97	1,29	19,25	13,26
Gordura Visceral (% PCVZ)	4,92	1,11	7,75	2,97
Rendimento de Carcaça (%)	62,59	1,44	65,26	59,19
Extrato etéreo na carcaça (%)	16,45	4,00	25,39	9,82
Proteína bruta na carcaça (%)	17,14	0,87	19,54	15,29
Água na carcaça (%)	62,11	3,24	68,52	55,77
Extrato etéreo não-carc (%)	13,69	4,05	28,36	8,58
Proteína bruta não-carc (%)	18,66	1,29	22,07	16,08
Água não-carc (%)	65,07	4,13	72,02	48,65
Extrato etéreo no PCVZ (%)	15,42	3,74	26,42	10,19
Proteína bruta no PCVZ (%)	17,71	0,69	18,96	16,32
Água no PCVZ (%)	62,11	3,24	68,52	55,77
Extrato etéreo na seção (%)	20,72	5,31	33,88	12,42
Proteína Bruta na seção (%)	16,96	1,20	18,69	14,14
Água na seção (%)	55,73	3,91	61,88	46,23

¹ PCVZ = peso de corpo vazio; não-carc = não carcaça.

² DP = desvio padrão.

A partir do coeficiente de correlação e concordância (CCC) é possível se ter ideia da acurácia e da precisão do modelo. O quadrado médio do erro de predição (QMEP) considera que quanto menor, melhor o modelo e através dele se faz uma decomposição do erro.

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), componente de magnitude de flutuação aleatória (MaF), componente de modelo de flutuação aleatória (MoF) e distribuição dos erros de predição para os teores de proteína bruta, extrato etéreo e água da carcaça de bovinos.

Itens	Proteína Bruta				Extrato Etéreo				Água			
	OBS	HH	BR- Corte (2006)	BR- Corte (2010)	OBS	HH	BR- Corte (2006)	BR- Corte (2010)	OBS	HH	BR- Corte (2006)	BR- Corte (2010)
Média	32,49	32,32	32,46	32,84	33,17	37,66	32,08	34,60	116,55	109,69	113,43	111,28
Desvio-Padrão	9,36	8,41	8,27	8,48	16,77	18,44	14,55	15,22	29,22	28,12	30,89	28,54
Máximo	53,55	47,90	47,46	47,76	77,00	77,43	63,24	69,01	169,10	164,54	174,89	166,68
Mínimo	15,09	16,59	16,78	16,83	9,19	12,17	11,33	13,82	64,13	58,98	58,71	59,40
R	-	0,97	0,97	0,97	-	0,96	0,97	0,97	-	0,99	0,99	0,99
CCC	-	0,97	0,96	0,97	-	0,93	0,95	0,96	-	0,96	0,98	0,97
EMP	-	-0,16	-0,02	0,34	-	4,48	-1,09	1,42	-	-6,86	-3,12	-5,27
QMEP	-	4,03	4,64	4,32	-	41,93	19,88	16,37	-	62,38	22,02	35,53
QV	-	0,03	0,00	0,12	-	20,15	1,19	2,04	-	47,10	9,75	27,83
MaF	-	0,90	1,18	0,77	-	2,79	4,93	2,38	-	1,22	2,76	0,47
MoF	-	3,10	3,46	3,43	-	18,99	13,76	11,95	-	14,05	9,51	7,23
Distribuição acumulada dos erros de predição (%)												
≤ 1s	-	100	100	100	-	93	100	100	-	100	100	100
≤ 2s	-	100	100	100	-	100	100	100	-	100	100	100
≤ 3s	-	100	100	100	-	100	100	100	-	100	100	100

As equações propostas pelo BR-CORTE (2006 e 2010) e por Hankins & Howe (1946) estimaram corretamente a composição química da carcaça em relação à proteína bruta. Os três modelos apresentaram alto CCC e baixo QMEP (Tabela 5). O componente QV do QMEP foi baixo para os três modelos. Dessa forma, verifica-se semelhança entre os três modelos propostos quanto à dimensão do QMEP e seus componentes.

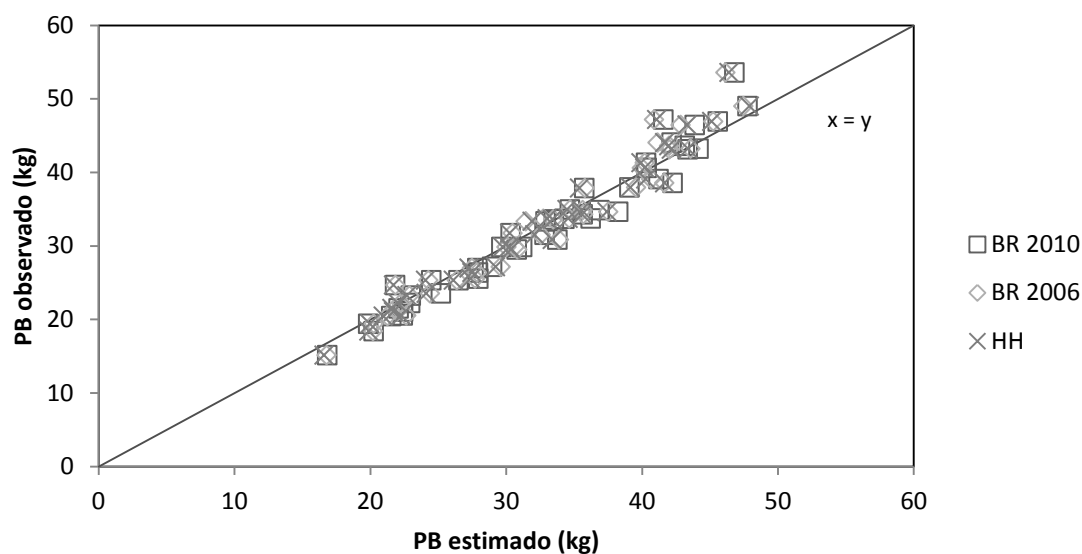


Figura 1 - Relação entre os valores observados e estimados pelas equações propostas pelo BR-CORTE (2006 e 2010) e Hankins & Howe (1946) para a proteína bruta da carcaça.

Pela observação das Figuras 1 e 2 pode-se verificar a semelhança nas estimativas obtidas pelos três modelos propostos. Na Figura 1, isto é evidenciado pela sobreposição dos pontos. E na Figura 2 observa-se comportamento semelhante dos erros de predição para os três modelos em avaliação.

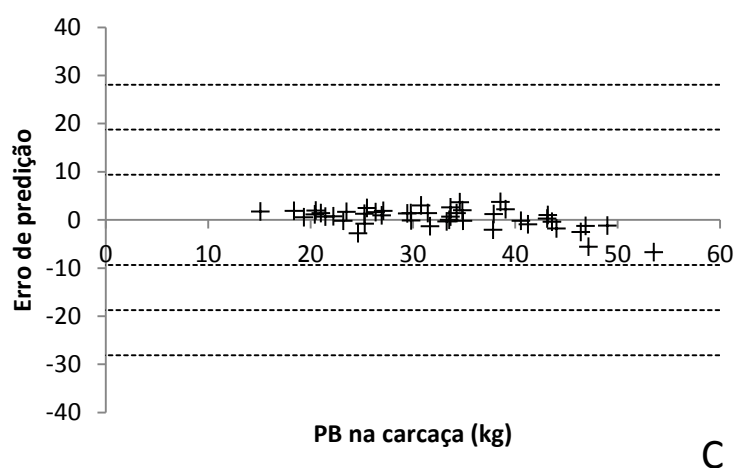
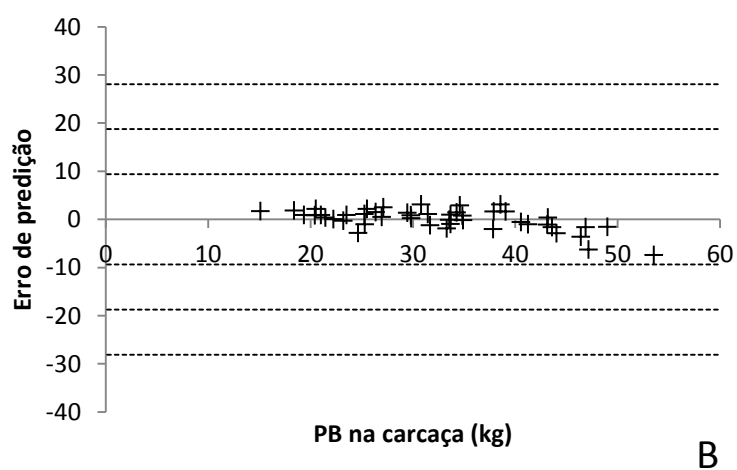
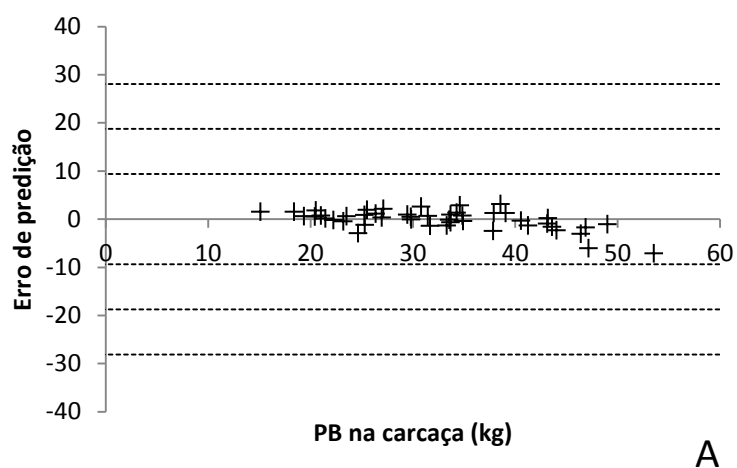


Figura 2 – Distribuição dos erros de predição pelo modelo de Hankins & Howe (1946) (A), BR-CORTE (2006) (B) e BR-CORTE (2010) (C) em função dos teores observados de proteína bruta (kg) da carcaça; as linhas tracejadas indicam o afastamento em número de desvios-padrão calculados sobre os valores observados; n=46.

O extrato etéreo na carcaça foi melhor estimado pela equação proposta no BR-CORTE (2010), visto que essa obteve maior CCC (Tabela 5) e menor QMEP.

A falta de acurácia para estimar o extrato etéreo através das equações de Hankins & Howe (1946) e pelo BR-CORTE (2006) é devido à falta de dados com animais mais leves no banco de dados utilizado para geração das equações e também devido ao fator genético, uma vez que a maioria dos animais utilizados no banco de dados do BR-CORTE é Nelore.

Pela observação das Figuras 3 e 4 pode-se ressaltar que o extrato etéreo não foi estimado corretamente pelas equações de Hankins & Howe (1946) e pelo BR-CORTE (2006). As equações propostas por Hankins & Howe (1946) superestimam o extrato etéreo da carcaça, a explicação pode ser devido à utilização de apenas fêmeas e machos castrados para o desenvolvimento destas equações e estas classes sexuais apresentam uma maior quantidade de gordura no corpo.

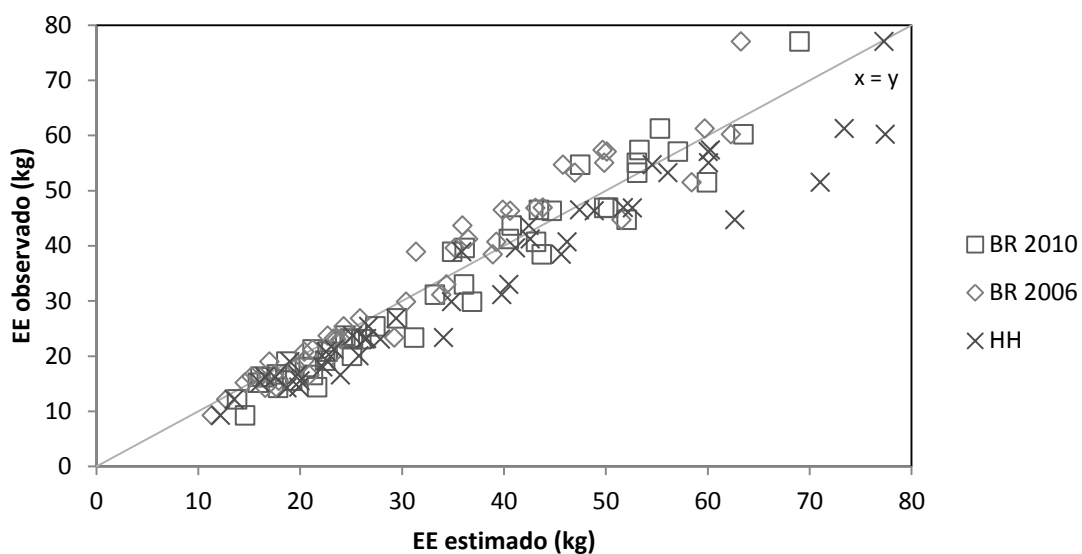


Figura 3 - Relação entre os valores observados e estimados pelas equações propostas pelo BR-CORTE (2006 e 2010) e Hankins & Howe (1946) para o extrato etéreo da carcaça.

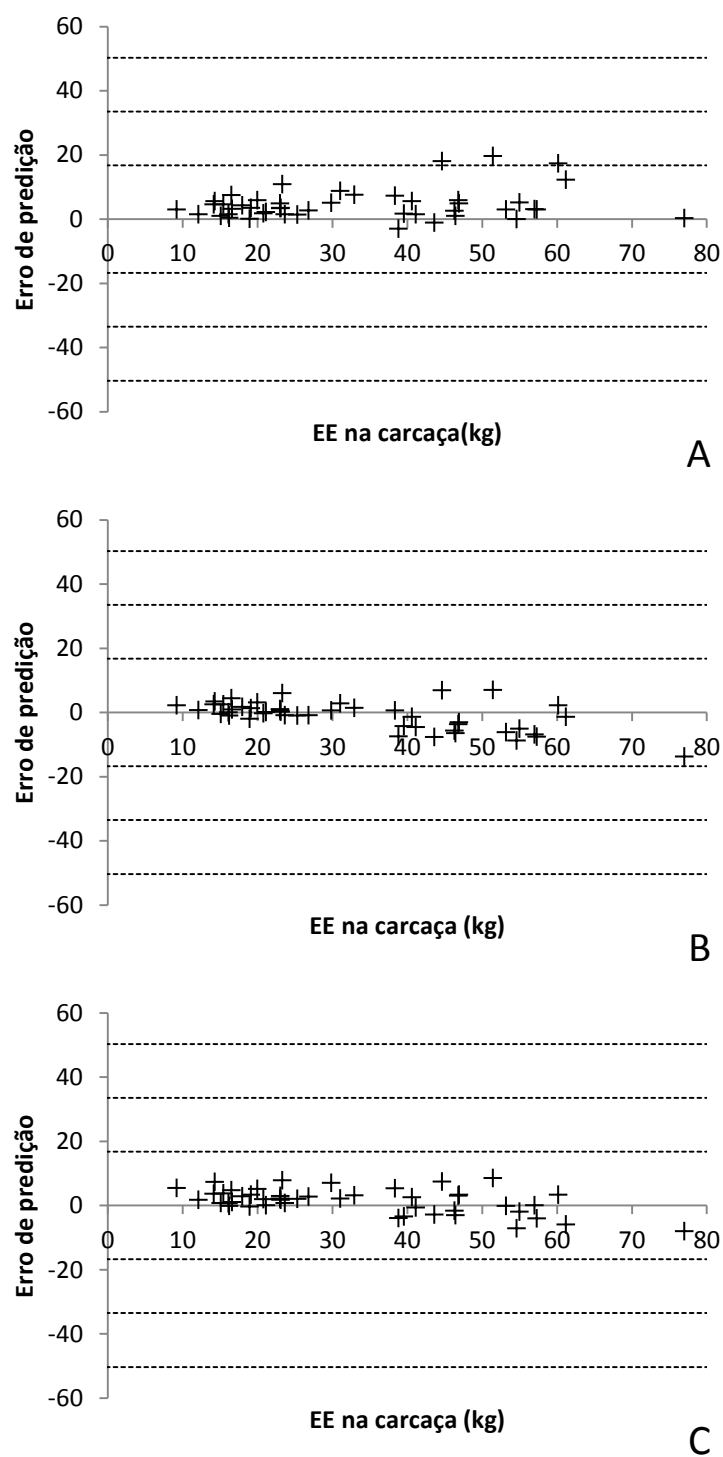


Figura 4 – Distribuição dos erros de predição pelo modelo de Hankins & Howe (1946) (A), BR-CORTE (2006) (B) e BR-CORTE (2010) (C) em função dos teores observados de extrato etéreo (kg) da carcaça; as linhas tracejadas indicam o afastamento em número de desvios-padrão calculados sobre os valores observados; n=46.

A água da carcaça foi melhor estimada pela equação proposta pelo BR-CORTE (2006), que apresentou o mais alto CCC e o menor QMEP em relação aos outros dois métodos. As equações propostas por Hankins & Howe (1946) e pelo BR-CORTE (2010) para estimar a água da carcaça subestimaram os valores observados.

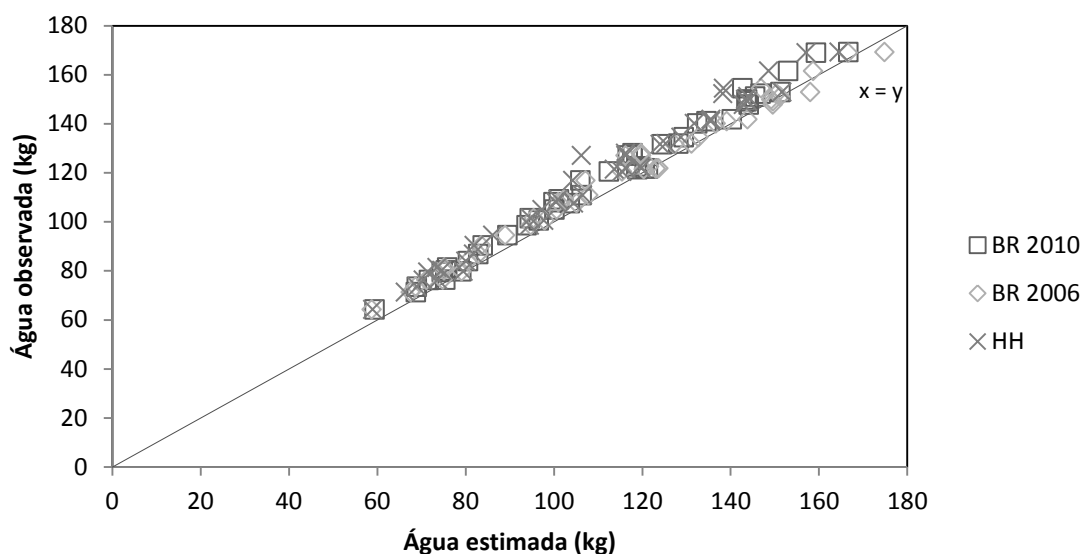


Figura 5 - Relação entre os valores observados e estimados pelas equações propostas pelo BR-CORTE (2006 e 2010) e Hankins & Howe (1946) para a água da carcaça.

Pela observação das Figuras 5 e 6, pode-se verificar que a água foi estimada corretamente pela equação do BR-CORTE (2006). Os erros de predição da água para o BR-CORTE (2006) mostraram-se bem distribuídos no eixo (Figura 6). As equações propostas por Hankins & Howe (1946) e pelo BR-CORTE (2010) apresentaram o mesmo comportamento, subestimando a água na carcaça dos animais.

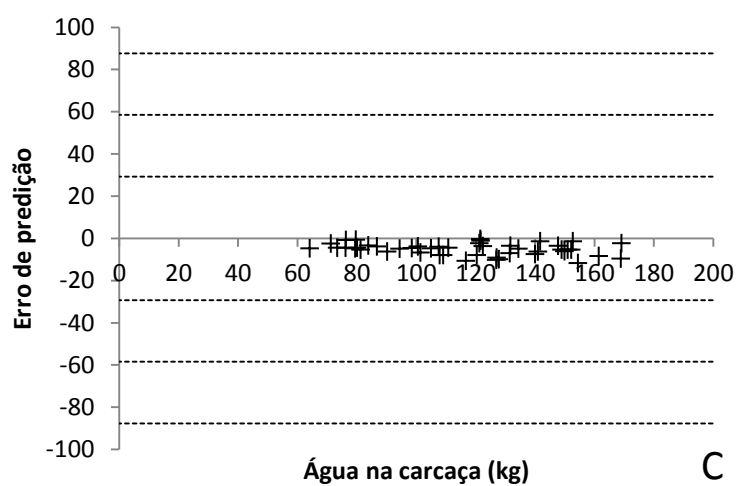
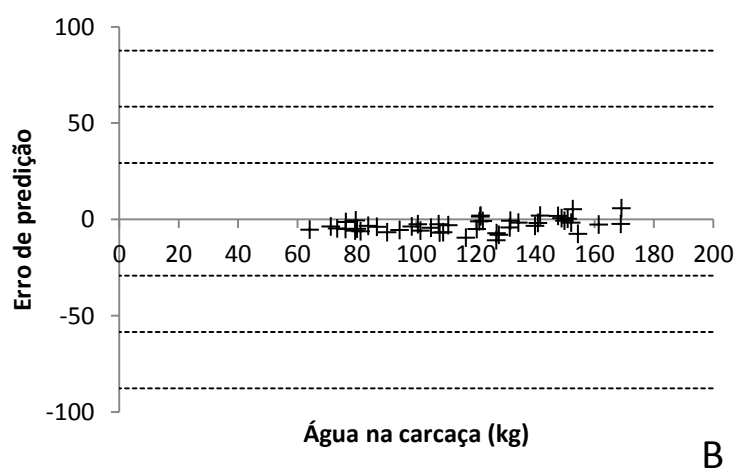
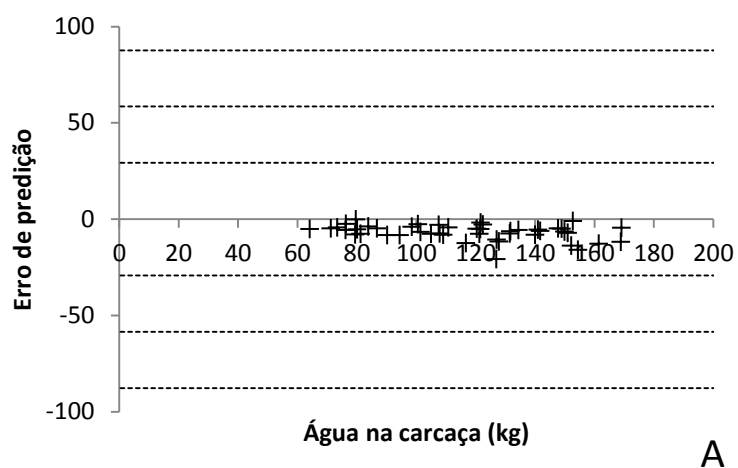


Figura 6 – Distribuição dos erros de predição pelo modelo de Hankins & Howe (1946) (A), BR-CORTE (2006) (B) e BR-CORTE (2010) (C) em função dos teores observados de água (kg) da carcaça; as linhas tracejadas indicam o afastamento em número de desvios-padrão calculados sobre os valores observados; n=46.

Silva (2011) mostrou que as estimativas produzidas pelo BR-CORTE (2006) apresentaram os piores resultados para a composição química da carcaça. Neste estudo estas equações estimaram corretamente a proteína bruta e a água da carcaça (Tabela 5).

A quantificação da composição química do corpo vazio é mais relevante para as pesquisas do que a composição química da carcaça. Dessa forma, foram avaliadas as equações sugeridas pelo BR-CORTE (2006 e 2010) para predição da composição química do corpo vazio dos animais.

A proteína bruta no corpo vazio do animal foi melhor estimada pela equação do BR-CORTE (2010), as duas equações testadas obtiveram o mesmo CCC, entretanto, o QMEP foi mais baixo para o BR-CORTE (2010), quando comparado ao outro modelo (Tabela 6 e Figuras 7 e 8).

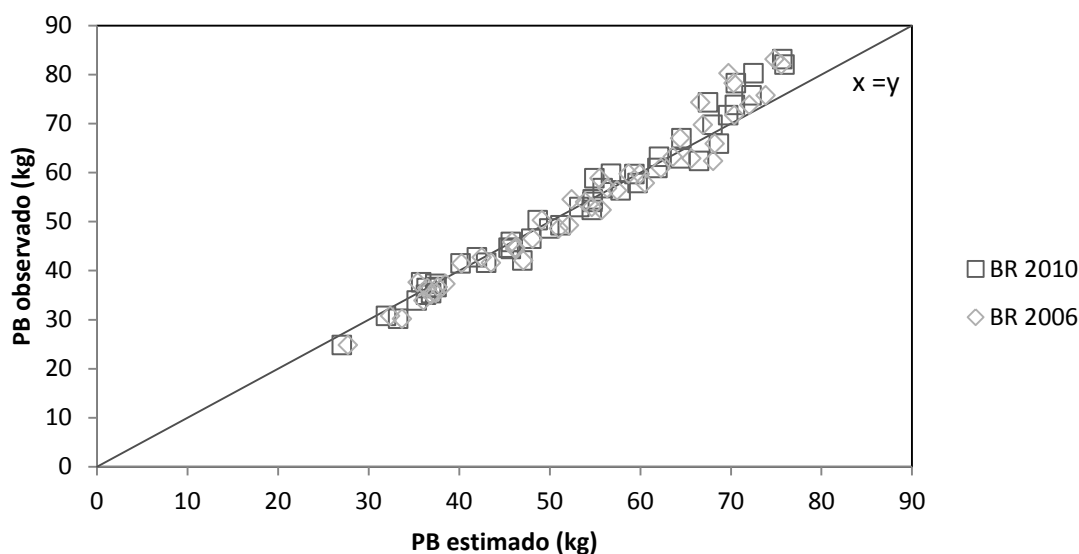


Figura 7 - Relação entre os valores observados e estimados pelas equações propostas pelo BR-CORTE (2006 e 2010) para a proteína bruta do corpo vazio.

Tabela 6– 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) e distribuição dos erros de predição para os teores de proteína bruta, extrato etéreo e água do corpo vazio de bovinos.

Itens	Proteína Bruta ¹			Extrato Etéreo ¹			Água ¹		
	OBS	BR (2006)	BR (2010)	OBS	BR (2006)	BR (2010)	OBS	BR (2006)	BR (2010)
Média	53,65	53,53	53,21	49,51	53,88	58,45	185,88	180,09	178,38
Desvio-Padrão	15,36	13,33	13,46	24,98	24,38	26,20	44,97	46,96	45,89
Máximo	83,08	75,57	75,93	122,78	104,21	114,83	264,00	265,56	259,58
Mínimo	24,80	27,71	27,04	15,43	18,73	22,54	102,72	94,27	91,74
R	-	0,98	0,98	-	0,96	0,97	-	0,99	0,99
CCC ²	-	0,97	0,97	-	0,95	0,92	-	0,98	0,98
EMP		-0,12	-0,44		4,37	8,93		-5,78	-7,50
QMEP ⁵	-	11,92	9,25	-	59,30	108,85	-	62,10	71,62
QV	-	0,02	0,20	-	19,15	79,88	-	33,49	56,26
MaF	-	4,13	3,60	-	0,36	1,48	-	3,96	0,85
MoF	-	7,77	5,45	-	39,79	27,48	-	24,65	14,51
Distribuição acumulada dos erros de predição (%)									
≤ 1s	-	100	100	-	100	100	-	100	100
≤ 2s	-	100	100	-	100	100	-	100	100
≤ 3s	-	100	100	-	100	100	-	100	100

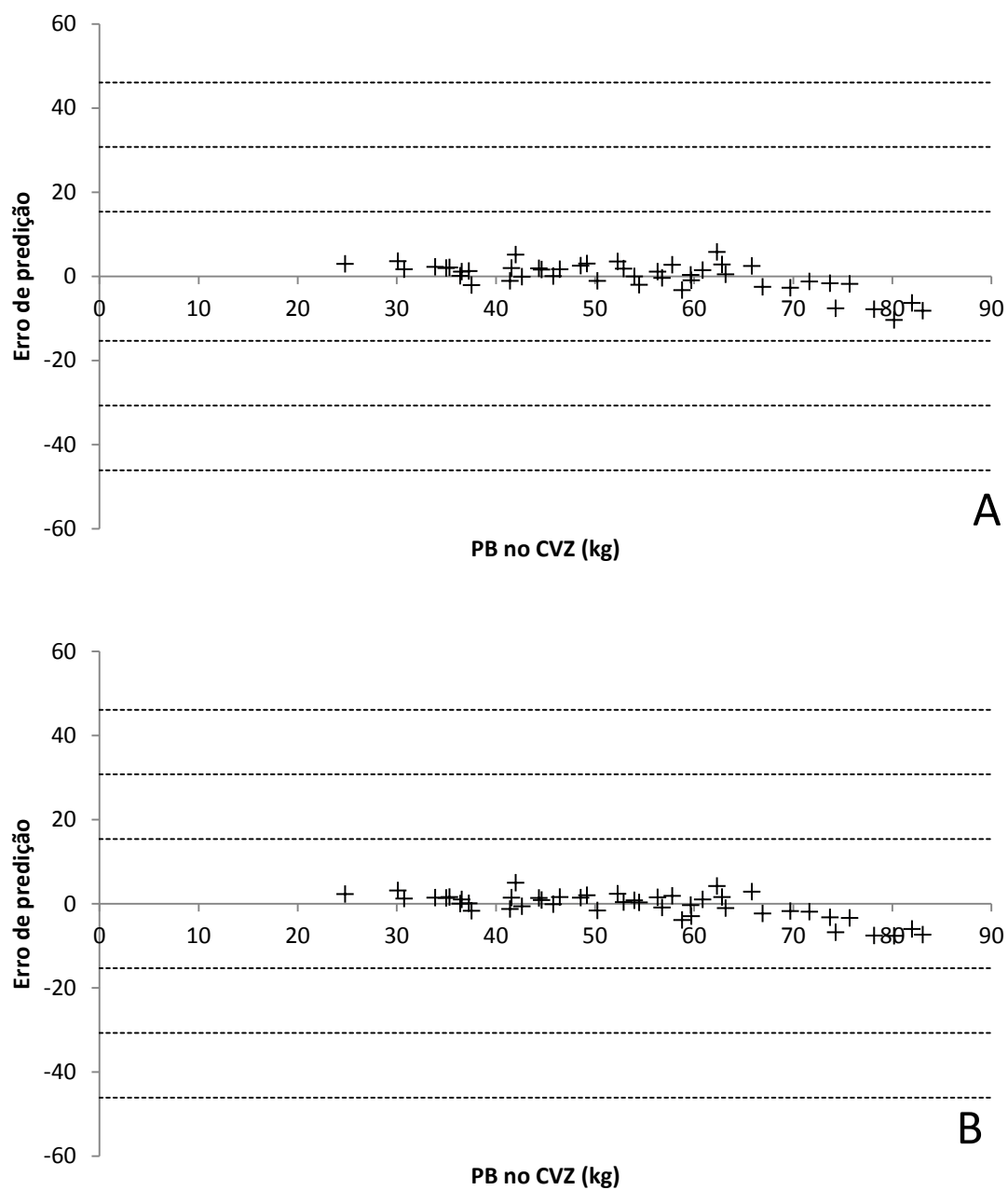


Figura 8 – Distribuição dos erros de predição pelo modelo BR-CORTE (2006) (A) e BR-CORTE (2010) (B) em função dos teores observados de proteína bruta (kg) do corpo vazio; as linhas tracejadas indicam o afastamento em número de desvios-padrão calculados sobre os valores observados; n=46.

A equação proposta pelo BR-CORTE (2006) estimou corretamente o teor de extrato etéreo no corpo vazio do corpo dos animais. Isto pode ser evidenciado pelo menor valor do QMEP obtido pelas estimativas do BR-CORTE (2006). A equação do BR-CORTE (2010) não estimou corretamente o EE, superestimando os valores observados (Figura 9), isso pode ter ocorrido porque os dados do BR-CORTE (2010) foram com animais de diferentes raças e grau de sangue. A equação proposta pelo BR-CORTE (2006) se ajustou melhor aos dados de extrato etéreo no corpo vazio (Figuras 9 e 10).

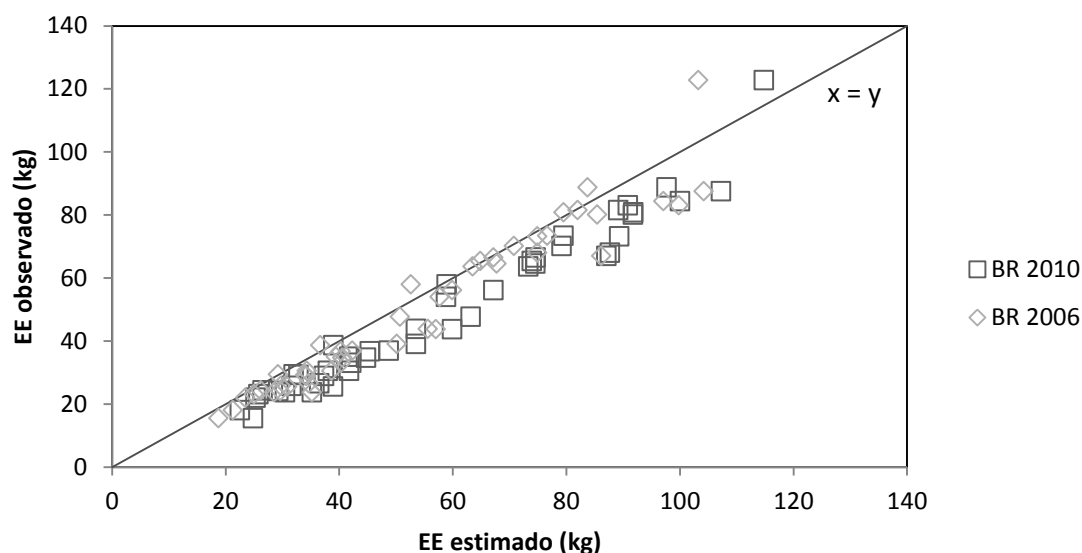


Figura 9 - Relação entre os valores observados e estimados pelas equações propostas pelo BR-CORTE (2006 e 2010) para o extrato etéreo do corpo vazio.

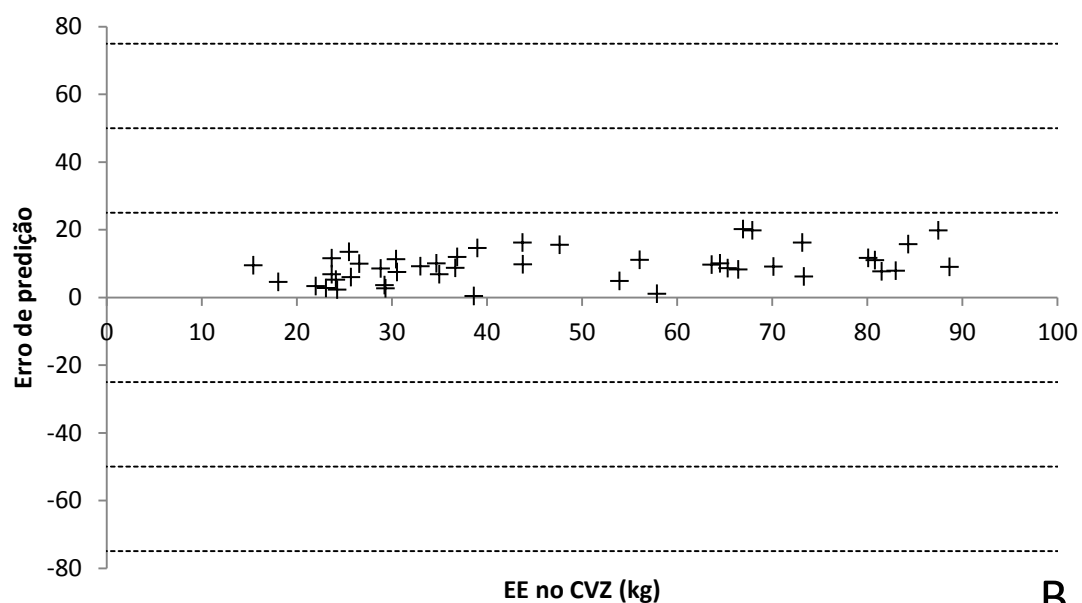
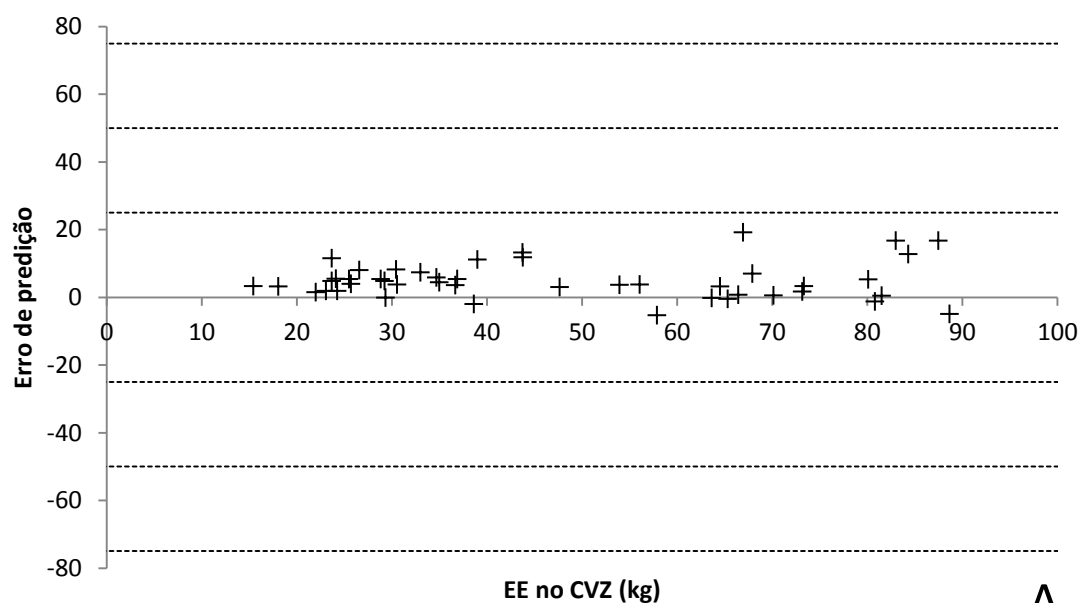


Figura 10– Distribuição dos erros de predição pelo modelo BR-CORTE (2006) (A) e BR-CORTE (2010) (B) em função dos teores observados de extrato etéreo (kg) do corpo vazio; as linhas tracejadas indicam o afastamento em número de desvios-padrão calculados sobre os valores observados; n=46.

A Figura 10 demonstra que os erros de predição do modelo proposto pelo BR-CORTE (2010) se encontram em apenas um lado do eixo. Isso ressalta que este modelo não estima adequadamente o teor de extrato etéreo do corpo vazio de bovinos.

A equação proposta pelo BR-CORTE (2006) estimou mais acuradamente a água do corpo vazio, isto é mostrado pelo menor valor do QMEP (Tabela 6). Mas todas as duas equações propostas para estimar o teor de água apresentaram alto valor do quadrado do vício. O BR-CORTE (2010) superestimou a água do corpo vazio (Figuras 11 e 12).

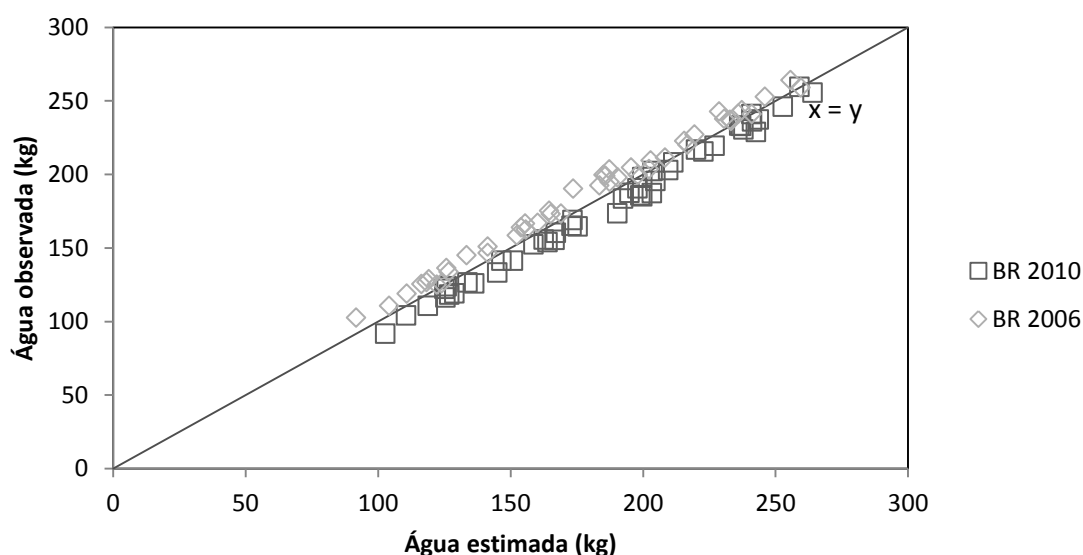
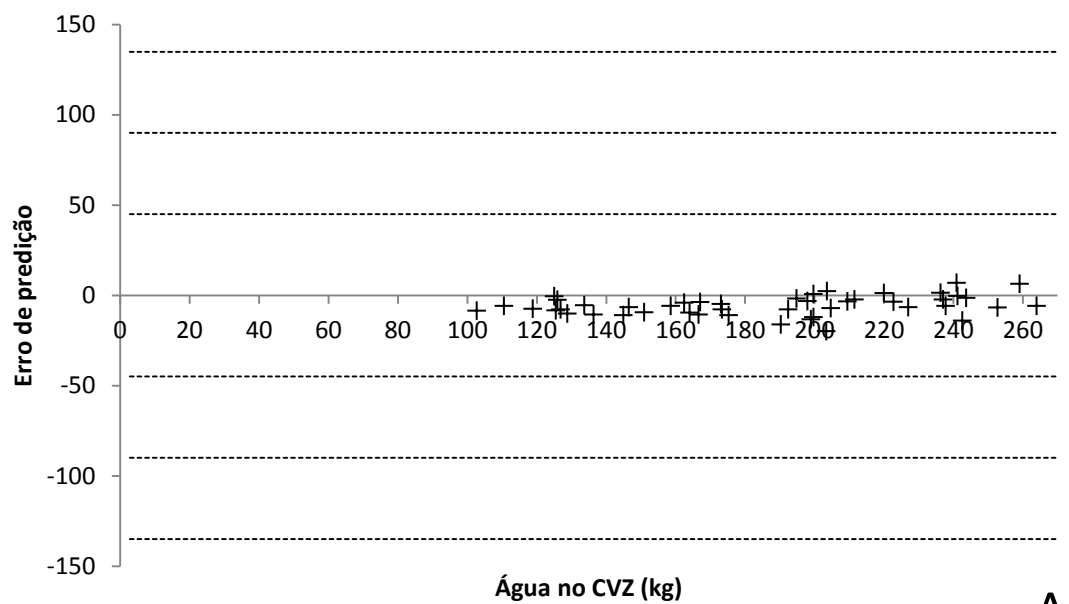
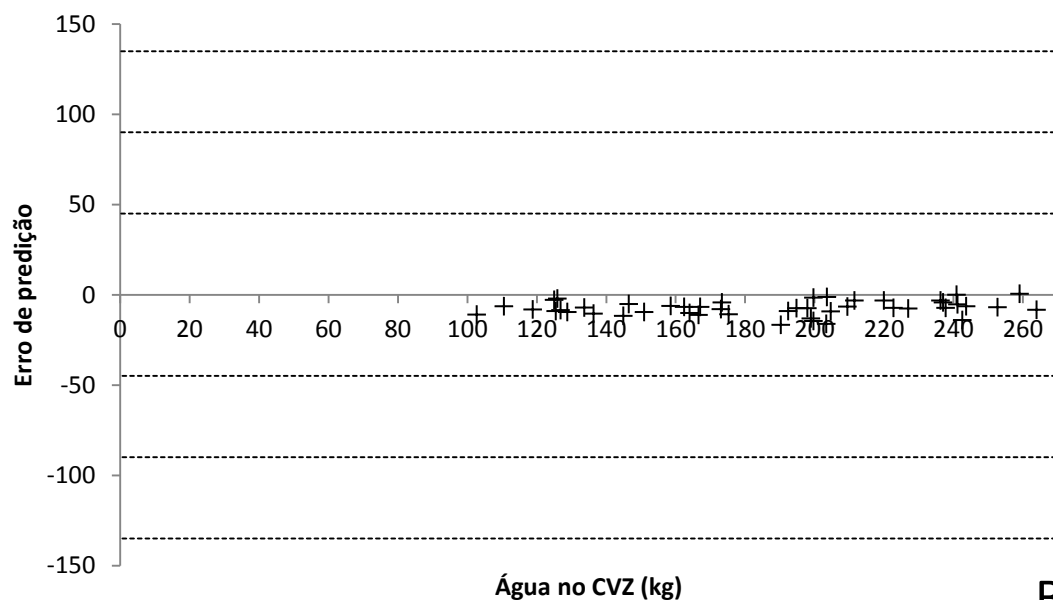


Figura 11 - Relação entre os valores observados e estimados pelas equações propostas pelo BR-CORTE (2006 e 2010) para a água do corpo vazio.



A



B

Figura 12 – Distribuição dos erros de predição pelo modelo BR-CORTE (2006) (A) e BR-CORTE (2010) (B) em função dos teores observados de água (kg) do corpo vazio; as linhas tracejadas indicam o afastamento em número de desvios-padrão calculados sobre os valores observados; n=46.

Silva (2011) relatou que as equações do BR-CORTE (2006) não estimaram corretamente nenhum dos componentes químicos avaliados no corpo vazio do animal. Segundo este mesmo autor, as equações propostas pelo BR-CORTE (2010) não estimaram corretamente apenas a água presente no corpo vazio.

Pode-se observar que as estimativas da composição do corpo vazio, em termos de PB e EE, obtidas com as equações propostas pelo BR CORTE (2010) apresentaram elevados valores para o CCC, apesar de terem apresentado alto QMEP para o EE. Assim, considerando que no banco de dados não haviam informações de animais cruzados com holandês, que apresentam menor teor de EE, pode-se considerar que, na impossibilidade de fazer a dissecação completa, essas equações podem ser usadas para estimar a composição do corpo vazio de bovinos provenientes de cruzamento com Holandês.

A avaliação da composição química dos constituintes não-carcaça acarreta em maior trabalho e maior custo. Diante disso, foram geradas equações pra estimar a composição química dos componentes não-carcaça (cabeça, patas, couro, sangue, órgãos e vísceras), que juntamente com o componente carcaça compõem o peso de corpo vazio do animal.

Para geração destas novas equações foi realizada a matriz de correlação entre 22 variáveis; para criação das equações foram utilizadas as variáveis que tinham maior correlação com a variável dependente e também facilmente mensuráveis.

A geração de equações para os componentes químicos do não-carcaça possui um impacto favorável, visto que estes componentes constituem de 35 a 45% do corpo vazio de animais. As equações geradas para os componentes químicos das amostras não-carcaça estão demonstradas na Tabela 7.

Para mensuração do teor de proteína no componente não-carcaça todas as variáveis estudadas apresentaram pouca correlação. Por isso o coeficiente de determinação apresenta valor baixo.

As equações ajustadas para o extrato etéreo e para a água mostraram-se promitentes, como pode ser observado pelo coeficiente de determinação das equações (Tabela 7). Contudo, essas equações ainda necessitam ser validadas para verificar se estimam acuradamente para animais de outras classes sexuais e/ou grupos genéticos.

Tabela 7 – Equações de estimação da composição química do componente não-carcaça, em porcentagem, de bovinos a partir da seção entre a 9ª e 11ª costelas.

Componentes ¹	Equação ²	R ²
Composição Química do Não-Carcaça		
PB	$PB_{NC} = 15,55_{\pm 5,07} + 0,11_{\pm 0,24} \times PB_{SEC} + 0,004_{\pm 0,003} \times PCVZ$	0,04
EE	$EE_{NC} = 8,47_{\pm 5,84} + 0,11_{\pm 0,12} \times EE_{SEC} + 2,99_{\pm 0,76} \times GV - 0,74_{\pm 0,44} \times OV$	0,65
Água	$A_{NC} = 60,31_{\pm 10,25} + 0,25_{\pm 0,14} \times A_{SEC} - 1,97_{\pm 0,52} \times GV$	0,51

¹ PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo.

² PB_{NC} : proteína bruta no não-carcaça; PB_{SEC} : porcentagem de proteína bruta na seção da costela; COU: porcentagem de couro no peso de corpo vazio; EE_{NC} : EE no não-carcaça; EE_{SEC} : porcentagem de extrato etéreo na seção da costela; GV: porcentagem de gordura visceral no peso de corpo vazio; A_{NC} : água no não-carcaça; A_{sec} : porcentagem de água na seção da costela.

Conclusões

A proteína bruta da carcaça de bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês foi estimada adequadamente por todos os modelos avaliados. O extrato etéreo da carcaça foi estimado corretamente pelo modelo do BR-CORTE (2010), enquanto a água foi estimada adequadamente pelo modelo proposto no BR-CORTE (2006).

A proteína bruta do corpo vazio foi estimado adequadamente pela equação proposta pelo BR-CORTE (2010), enquanto os teores de extrato etéreo e de água foram estimados adequadamente pelas equações propostas pelo BR-CORTE (2006).

Foram propostas as seguintes equações para estimar a composição química dos componentes não carcaça para bovinos cruzados $\frac{3}{4}$ Zebu $\times$ $\frac{1}{4}$ Holandês: $PB_{NC} = 15,55 +$

$$0,11 \times \text{PB}_{\text{SEC}} + 0,004 \times \text{PCVZ}; \text{EE}_{\text{NC}} = 8,47 + 0,11 \times \text{EE}_{\text{SEC}} + 2,99 \times \text{GV} - 0,74 \times \text{OV e}$$

$$\text{A}_{\text{NC}} = 60,31 + 0,25 \times \text{A}_{\text{SEC}} - 1,97 \times \text{GV}.$$

Referências Bibliográficas

- DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C. et al. 2012. **Métodos para Análise de Alimentos**. 214p.
- DETMANN, E. & VALADARES FILHO, S.C. 2010. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. vol.62, p. 980-984.
- HANKINS, O. G.; HOWE, P. E. 1946. **Estimation of the composition of beef carcasses and cuts**. United States Department of Agriculture, p.1-19 (Technical Bulletin).
- KOBAYASHI, K.; SALAM, M. U. 2000. Comparing simulated and measured values using mean squared deviation and its components. **Agronomy Journal**, v.92, p. 345-352,
- LANA, D.P.D. 1988. **Estimativa da composição química do corpo vazio de tourinhos Nelore através da gravidade específica da carcaça e da composição de cortes das costelas**. 131p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MARCONDES, M.I.; VALADARES FILHO, S.C. et al. 2010. Predição da composição corporal e da carcaça de animais Nelore puros e cruzados. In: VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L.; PAULINO, P.V.R. **Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados (BR CORTE)**, 2 ed. p. 65-84, Viçosa, MG.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. 2001. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 381p.
- PAULINO, P.V.R.; COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.C. et al. 2005. Validação das equações desenvolvidas por Hankins & Howe para predição da composição da carcaça de zebuíno e desenvolvimento de equações para estimativa da composição corporal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.327-339.
- SILVA, L.F.C. 2011. Exigências nutricionais, validação de equações para a estimação da composição do corpo vazio e uso da creatinina para estimar a proporção de tecido muscular em bovinos nelore. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Viçosa-MG.
- TEDESCHI, L. O. 2006. Assessment of the adequacy of mathematical models. **Agricultural Systems**. v. 89, p.225-247.
- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; PAULINO, P.V.R., et al. 2010. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR CORTE**. 2 ed. Viçosa : UFV, Suprema Gráfica Ltda. 193p.

VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. 2006.
**Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos – BR
CORTE.** 1 ed. Viçosa : UFV, Suprema Gráfica Ltda., 142p.