

MÁRCIO DE SOUZA DUARTE

**DESEMPENHO E QUALIDADE DE CARNE EM NOVILHAS DE CORTE
ALIMENTADAS COM DOIS NÍVEIS DE CONCENTRADO E PROTEÍNA NÃO
DEGRADÁVEL NO RÚMEN E INFLUÊNCIA DA MATURIDADE
FISIOLÓGICA SOBRE PARÂMETROS QUALITATIVOS DA CARÇAÇA E DA
CARNE BOVINA**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2010

MÁRCIO DE SOUZA DUARTE

DESEMPENHO E QUALIDADE DE CARNE EM NOVILHAS DE CORTE ALIMENTADAS COM DOIS NÍVEIS DE CONCENTRADO E PROTEÍNA NÃO DEGRADÁVEL NO RÚMEN E INFLUÊNCIA DA MATURIDADE FISIOLÓGICA SOBRE PARÂMETROS QUALITATIVOS DA CARÇA E DA CARNE BOVINA

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

APROVADA: 22 de fevereiro de 2010

Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho
(Co-orientador)

Prof. Mário Fonseca Paulino
(Co-orientador)

Prof. Edenio Detmann

Prof. Joanis Tilemahos Zervoudakis

Prof. Pedro Veiga Rodrigues Paulino
(Orientador)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Eloísa e José Tarcísio, guerreiros que com amor e carinho sempre me deram força e incentivo para que pudesse buscar meus sonhos e alcançar meus objetivos.

Aos meus irmãos Fabrício e Tarcísio (Zizo), pelo amor fraterno e amizade durante toda minha vida e por saber que posso sempre contar com eles.

À minha esposa Tahiane, por todo o amor, amizade, companheirismo e compreensão em todos os momentos ao longo oito anos de relacionamento e que perdurará por toda minha vida.

À minhas avós Nini e Lurdes por toda a dedicação ao longo de toda minha vida.

A todos da minha família pelo apoio.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Zootecnia, pela pelos ensinamentos fundamentais e pela oportunidade da formação acadêmica.

A capes pela concessão da bolsa durante todo o curso de mestrado.

Ao professor Pedro Veiga, pela confiança, amizade, orientação e ensinamentos indispensáveis para minha formação profissional e execução deste trabalho. Muito obrigado.

Aos professores, Sebastião Valadares, Mário Paulino e Edenio Detmann pelos ensinamentos ao longo toda minha trajetória na Zootecnia e auxílio na execução deste trabalho.

Ao professor Joanis Zervoudakis pelos momentos de descontração, pela atenção e conselhos de grande valia.

Ao Natanael (Pum), Zezé, Marcelo Cardoso e Joélcio por toda cooperação durante a realização do experimento e pelo convívio agradável desde a época de graduação. Em especial ao Pum, por toda a dedicação e ajuda indispensável durante todo o experimento, MUITO OBRIGADO!

Aos funcionários do abatedouro Nuvanor, Graça, Divino, Antônio, Vicente, e em especial ao meu tio Sérvulo e meu primo Adélson pela ajuda em momentos cruciais do trabalho de pesquisa.

Aos companheiros de orientação Simone, Jucilene, Ivanna, Rafael e Josiane, pela amizade e momentos de descontração nos memoráveis cafezinhos do LPV e ajuda indispensável nos abates e realizações das intermináveis análises laboratoriais!!!

Ao grande amigo João Paulo Monnerat, pela amizade, dedicação, atenção, ajuda e ensinamentos fundamentais durante todo o curso de mestrado, muito obrigado!!

Aos grandes amigos Mozart e Luciana, por passarem frio, fome e raiva comigo na realização de um dos experimentos de mestrado. Muito obrigado pela amizade e ajuda indispensável!

Aos companheiros de pós-graduação Mateus, Gustavo (Besouro), Tadeu, Ériton, Livia e Daiany pelos momentos de estudo em grupo e descontração.

Aos estagiários, Gabriel (Macaé), Carolina Guerra, Leonardo Moura, Daniele, Luciano e aos bolsistas Luis Henrique (Janaúba) e Natália Krish, pela ajuda fundamental durante toda execução deste trabalho.

Meu grande amigo Nicola pela amizade, influência musical e por compartilhar de momentos de alegria dentro e fora da Zootecnia. E à agora família Serão, (Mariana e Clara) pela grande amizade e companheirismo!!

Meus eternos amigos do peito Felipe Morbi, Fabrício Bacana e Ana Paula, membros do memorável quarteto fantástico por todo amor e amizade ao longo destes oito anos. Devo muito a vocês!

Às amigas importadas Megan, Kerry, Ashley, Giordana, Michele e aos amigos Adolar, Júlio, Totó, Japonês e Luquinha pela amizade e companheirismo no período em que estive nos Estados Unidos.

A todos que de alguma forma, contribuíram para realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

Márcio de Souza Duarte, Filho de José Tarcisio Duarte e Eloísa Helena de Souza Duarte, nascido em Viçosa – MG, em outubro de 1983.

Ingressou no curso de Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa no ano de 2002. No período de agosto de 2006 à setembro de 2007, foi aluno especial na University of Minnesota, onde atuou como trainee em projetos de pesquisa e cursou disciplinas relacionadas a área de Zootecnia.

Em janeiro de 2008, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa.

Iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa em março de 2008. Em fevereiro de 2009, realizou estágio como pesquisador visitante para o United States Department of Agricultura (USDA-MARC) em Clay Center-Nebraska.

Submeteu-se à defesa de dissertação no dia 22 de fevereiro de 2010.

CONTEÚDO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	x
INTRODUÇÃO.....	1
LITERATURA CITADA.....	6
Capítulo 1: Desempenho e qualidade de carne em novilhas de corte alimentadas com dois níveis de concentrado e proteína não degradável no rúmen	10
RESUMO.....	10
ABSTRACT.....	12
INTRODUÇÃO.....	13
MATERIAL E MÉTODOS.....	14
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
CONCLUSÕES.....	40
LITERATURA CITADA.....	41
Capítulo 2: Influência da maturidade fisiológica sobre os parâmetros qualitativos da carcaça e da carne bovina.....	47
RESUMO.....	47
ABSTRACT.....	49
INTRODUÇÃO.....	50
MATERIAL E MÉTODOS.....	51
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	56
CONCLUSÕES	67
LITERATURA CITADA.....	68

RESUMO

DUARTE, Márcio de Souza, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2010. **Desempenho e qualidade de carne em novilhas alimentadas com dois níveis de concentrado e proteína não degradável no rúmen e influência da maturidade fisiológica sobre os parâmetros qualitativos da carcaça e da carne bovina.** Orientador: Pedro Veiga Rodrigues Paulino. Co-Orientadores: Sebastião de Campos Valadares Filho e Mário Fonseca Paulino.

O presente trabalho foi desenvolvido a partir de dois experimentos. O primeiro foi conduzido para avaliar o efeito da adequação de energia e proteína na dieta sobre o consumo, digestibilidade dos nutrientes, conversão alimentar, desempenho, características e composição físico-química da carcaça, composição do ganho de carcaça, rendimento de cortes comerciais e características qualitativas da carne de novilhas confinadas. Nesse experimento, foram utilizadas 20 novilhas mestiças, provenientes de um mesmo grupo contemporâneo e com peso corporal médio inicial de 240 kg. Quatro animais foram abatidos no início do experimento para constituir o grupo referência e os 16 animais restantes foram distribuído em quatro tratamentos em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2, 40 e 80 % de concentrado, e dois níveis de proteína não degradável no rúmen (PNDR). Os animais permaneceram em média 112 dias em confinamento, sendo alimentados individualmente e foram abatidos ao final do período experimental. Não foi verificada interação ($P>0,05$) entre o nível de concentrado na dieta e a degradabilidade da proteína. Não houve efeito da PNDR ($P>0,05$) sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes. Entretanto, PNDR influenciou ($P>0,05$) o ganho de peso médio diário (GMD) dos animais. O nível de concentrado na dieta não influenciou ($P>0,05$) o consumo de matéria seca (CMS), a conversão alimentar e o GMD dos animais. Entretanto, o consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT), fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDNcp) e extrato etéreo (EE) dos animais alimentados com dietas contendo 80% de concentrado mostrou-se superior ($P<0,05$) em relação aos animais alimentados com a dieta contendo 40% de concentrado. A dieta contendo 80% de concentrado propiciou maiores coeficientes de digestibilidade ($P<0,05$) de todos os nutrientes, comparado-se a dieta contendo 40% de concentrado, exceto para a FDNcp. As novilhas alimentadas com os diferentes níveis de concentrado apresentaram composição físico-química da carcaça e do ganho de carcaça similar ($P>0,05$). O nível de concentrado na dieta influenciou ($P<0,05$) a área de olho de lombo (AOL), e as

novilhas alimentadas com dietas contendo 80% de concentrado apresentaram maior AOL em relação às novilhas alimentadas com dietas contendo 40% de concentrado. O rendimento dos cortes comerciais e as características qualitativas da carne não foram influenciadas ($P>0,05$) pela quantidade de PNDR presente na dieta nem pelo nível de fornecimento de concentrado. O nível de PNDR na dieta não alterou o consumo e digestibilidade dos nutrientes; melhorou a conversão alimentar e o desempenho de novilhas confinadas; não alterou a composição físico-química da carcaça, do ganho de carcaça e as características qualitativas da carne. As novilhas alimentadas com 80% de concentrado apresentam composição físico-química da carcaça, composição do ganho de carcaça e características qualitativas da carne semelhantes às novilhas alimentadas com dietas contendo 40% de concentrado. Conclui-se o maior fornecimento de PNDR na dieta de novilhas confinadas não implica em melhorias nas principais características de carcaça e qualidade da carne. Conclui-se ainda que novilhas confinadas alimentadas níveis moderados de concentrado na dieta (40% na matéria seca total) apresentam características de carcaça e da carne semelhantes às novilhas alimentadas com altos níveis de concentrado (80% na matéria seca total). No segundo experimento objetivou-se avaliar as características de carcaça e a qualidade da carne de bovinos em diferentes estádios de maturidade fisiológica, avaliada através da contagem do número de dentes incisivos permanentes (d.i.p.) na arcada dentária. Foram utilizados 63 animais da raça Nelore, todos machos não castrados e criados a pasto. Os animais foram selecionados em frigorífico comercial previamente ao abate. As carcaças dos animais selecionados foram agrupadas em quatro categorias de acordo com o número de d.i.p presentes na arcada dentária (2, 4, 6 e 8 d.i.p.). Após o período de resfriamento, as carcaças foram pesadas e realizou-se a mensuração do pH, área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS). Em seguida foram coletadas amostras do músculo *Longissimus* entre a 9^a e a 11^a costela para realização das análises de qualidade de carne. A maturidade alterou ($P<0,05$) o peso da carcaça fria, AOL e a espessura de gordura subcutânea (EGS) da carcaça sendo observado aumento dessas características com o aumento do número de d.i.p na arcada dentária dos animais. Entretanto, a maturidade não alterou ($P>0,05$) o pH final da carcaça sendo o valor médio encontrado para essa característica igual a 6,4. Em relação as perdas das carne, à exceção das perdas por descongelamento e gotejamento, não foram detectadas diferenças ($P>0,05$) entre os grupos de dentição. Não houve diferença ($P>0,05$) entre os grupos de dentição para o teor de proteína e cinzas do músculo *Longissimus*.

Entretanto, foram verificadas diferenças ($P < 0,05$) entre os grupos de dentição quanto ao teor de água e extrato etéreo presentes no *Longissimus*. Os valores de luminosidade (L^*) e intensidade de vermelho (a^*) da carne não diferiram ($P > 0,05$) entre os grupos de dentição. Entretanto, verificou-se que a maturidade alterou ($P < 0,05$) a intensidade de amarelo (b^*). A força de cisalhamento (FC), o índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e o teor de colágeno solúvel foram influenciados ($P < 0,05$) pela maturidade sendo observado o aumento da FC e redução dos valores de IFM e colágeno solúvel com o aumento no número de d.i.p. A FC apresentou-se negativamente correlacionada ($P < 0,01$) com o IFM ($r = -0,36$) e com o teor de colágeno solúvel ($r = -0,14$). Conclui-se que a maturidade fisiológica avaliada pela análise da arcada dentária, influencia as características de carcaça e os principais parâmetros qualitativos da carne de bovinos Nelore. Conclui-se ainda que para animais zebuínos inteiros abatidos em frigorífico comercial, a carne pode ser considerada com maciez aceitável nos animais com até 4 dentes incisivos permanentes, ou seja, animais de até 36 meses, aproximadamente.

ABSTRACT

DUARTE, Márcio de Souza, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February of 2010. **Performance and meat quality of beef heifers fed with two levels of concentrate and ruminally undegradable protein and Influence of physiological maturity on carcass yield and meat quality parameters.** Adviser: Pedro Veiga Rodrigues Paulino. Co-Advisers: Sebastião de Campos Valadares Filho and Mário Fonseca Paulino.

The present work was developed based on two experiments. The first experiment was conducted aiming to evaluate the effects of ruminal energy-protein synchronization on feed intake, nutrients digestibility, feed conversion, animal performance, carcass yields and composition, composition of the carcass gain, percentage of commercial cuts and meat quality of feedlot heifers. In this trial, twenty crossbreed heifers (240 ± 6 kg) were used, all of them coming from the same contemporary group. At the beginning, four animals were slaughtered as reference group and the sixteen animals remaining were assigned to a completely randomized design in 2x2 factorial schemes, two levels of concentrate (40 and 80%, based on dry matter) and two levels of ruminally undegradable protein (RUP). These animals were individually fed during 112 days and slaughtered at the end of the trial. There was no interaction ($P > 0.05$) between the level of concentrate and RUP. The dry matter intake (DMI), feed intake and nutrients digestibility were not affected ($P > 0.05$) by RUP level. However, the animals fed higher level of RUP diets had higher ($P < 0.05$) average daily gain (ADG) compared with the animals fed lower level of RUP diets. The level of concentrate did not affect ($P > 0.05$) the DMI, feed conversion and ADG, but the intakes of TDN, NDFcp and EE, were superior ($P < 0.05$) in the animals fed higher concentrate diets. The digestibilities of all nutrients, except the NDFcp, were greater ($P < 0.05$) for the 80% concentrate diets. There was no affect ($P > 0.05$) of RUP level on carcass yields. Similarly, the percentage of commercial cuts, the composition of the carcass and the composition of the carcass gain were not affected ($P > 0.05$) by the level of RUP and concentrate. However, the animals fed 80% concentrate diets had a larger ($P < 0.05$) rib eye area (REA) compared with the animals fed 40% concentrate diets. No differences ($P > 0.05$) in Warner-Bratzler shear force, myofibrillar fragmentation index, percentage of total cooking loss, and chemical composition of the *Longissimus dorsi*, were found among the levels of concentrate and RUP. It can be concluded that the level of RUP did not affect the feed intake and nutrients digestibilities, but improved the feed conversion and increased the ADG. Neither level of RUP nor level of concentrate affected the

carcass composition, composition of carcass gain, percentage of commercial cuts and the meat quality of the feedlot heifers. The second experiment was conducted to evaluate the beef carcass traits and meat quality of cattle differing in numbers of permanent incisors. Sixty-three Nellore bulls, non-castrated, all from the same farm and grown on pasture, were used. The animals were selected at a large commercial beef plant. Immediately after the slaughter, the numbers of incisors were recorded after a visual examination by looking directly at the teeth and the carcasses were grouped in four categories according to teeth maturity (two, four, six or eight). After 24-h chill, data of carcass weight, pH, rib eye area (REA) and 12th rib fat thickness were collected. After carcass data collection, a boneless Longissimus section between the 9th and 11th rib was removed, vacuum packaged, frozen and held at -20⁰C. The REA and the 12th rib fat thickness increased ($P<0.05$) as the number of permanent incisors increased. However, no differences ($P>0.05$) in carcass ultimate pH were found among the four dental classes. There was no effect ($P>0.05$) of dental maturity on percentage of evaporative and total cooking losses, but differences in percentage of thawing and drip losses were found ($P<0.05$) among the four dental classes. The Longissimus intramuscular fat and water content were affected ($P<0.05$) by the dental maturity. However, there was no difference ($P>0.05$) in percentage of protein and ashes among the dental classes. With the exception of b^* values, the dental maturity did not affect ($P>0.05$) the instrumental color of the Longissimus. The Warner-Bratzler shear force (WBSF), the myofibrillar fragmentation index (MFI) and collagen solubility were affected ($P<0.05$) by dental maturity, whereas the WBSF has increased while the MFI and collagen solubility decreased as the number of permanent incisors increased. An increase of WBSF was associated ($P<0.01$) with decreased MFI ($r = -0,36$) and collagen solubility ($r = - 0,14$). It can be concluded that the physiological maturity, based on dental classification, affects the carcass traits and meat quality of Nellore cattle. It can also be concluded that meat from non-castrated Zebu cattle up to four permanent incisors has a desirable tenderness.

INTRODUÇÃO

Em sistemas de produção de gado de corte a dieta é responsável pelo maior custo, sendo que a alimentação dos animais pode corresponder a mais de 80% dos custos variáveis operacionais totais em função da fase de criação considerada e do nível de produção desejado (Kelly et al., 2010) Nesse contexto, a fração de proteína das dietas deve merecer atenção especial em razão do seu custo relativo sempre mais elevado que dos demais nutrientes (Velloso, 1984).

Por muitos anos a proteína bruta (PB) foi o principal parâmetro usado para quantificação das exigências protéicas na formulação de rações para ruminantes; entre outras razões, devido à falta de banco de dados com valores consistentes de degradação ruminal e perfil de aminoácidos das fontes protéicas. Entretanto, avanços na pecuária de corte em função da otimização na produção têm evidenciado uma maior necessidade de estudos direcionados ao aumento do conhecimento da nutrição protéica de ruminantes. Assim, devido à limitação do sistema da PB em estimar adequadamente as exigências protéicas de bovinos de alta produção, estudos têm sido conduzidos baseados nas quantidades e fontes mais adequadas de proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradável no rúmen (PNDR) a fim de se maximizar o fluxo de aminoácidos para o intestino, visando à melhoria do desempenho de bovinos de corte.

As exigências protéicas dos ruminantes são atendidas pelos aminoácidos absorvidos no intestino delgado, sendo estes provenientes da proteína microbiana e da proteína dietética não degradada no rúmen (Valadares Filho, 1995). Dessa forma quando se tem por objetivo alcançar elevados níveis de produção, ocorre elevação nas exigências protéicas e há então a necessidade de se maximizar a eficiência de síntese de proteína microbiana, considerando que parte da proteína dietética ingerida escape da degradação ruminal (Broderick et al., 1991).

A característica do alimento é um dos fatores que afeta a produção de amônia no rúmen, de forma que, quando se fornece alimentos mais degradáveis, maior será a produção de amônia. Tem-se observado íntima relação entre o nível de atividade dos microrganismos ruminais e o nível de nitrogênio amoniacal presente no rúmen (Köster et al., 1996). A urease, produzida pelas bactérias aderidas à parede do rúmen, hidrolisa a uréia. A amônia resultante deste processo é utilizada pelos microrganismos como fonte de nitrogênio, sendo a disponibilidade de energia o principal fator determinante para sua assimilação (Huntington & Archibeque, 1999). A amônia não

assimilada pelos microrganismos do rúmen é reabsorvida pela parede ruminal e removida pela circulação portal para o fígado (Lobley et al., 1995). A uréia é sintetizada no fígado em quantidades proporcionais à concentração de amônia produzida no rúmen, e sua concentração sanguínea está diretamente relacionada com o aporte protéico e a relação energia:proteína da dieta (Harmeyer & Martens, 1980). Russel et al. (1992) em revisão ressaltaram que a produção excessiva de amônia e sua conseqüente absorção ruminal aumentaram a excreção urinária de compostos nitrogenados, o que está associado a maior gasto energético. Destaca-se, então, a importância da reciclagem de compostos nitrogenados (N) através do trato digestivo como importante atributo no metabolismo de N dos ruminantes (Lapierre & Lobley, 2001), sendo que 43% do N reciclado em todo trato gastrintestinal pode retornar ao rúmen (Marini & Amburgh, 2003)

Os microrganismos ruminais dependem de fontes de energia e nitrogênio fermentáveis para sua atividade metabólica, influenciando fortemente a digestibilidade ruminal e, conseqüentemente o fluxo de nutrientes, tanto de ácidos graxos voláteis quanto de proteína microbiana para o ruminante (Caldas Neto et al., 2007). A utilização de dietas ricas em carboidratos, principalmente de fontes de alta degradabilidade, associadas a fontes protéicas de alta degradabilidade, pode proporcionar excesso de energia e deficiência de nitrogênio para a fermentação ruminal. O excesso de energia acaba sendo utilizado apenas para a manutenção microbiana, sem gerar efeitos nos processos de síntese e crescimento da microbiota e até mesmo acarretando na utilização de ciclos fúteis para eliminação do excesso de carboidratos (Russell, 1998). Segundo Caldas Neto et al. (2007), a sincronização entre as fontes de carboidratos (que forneceriam energia e esqueletos carbônicos para os microrganismos) e as de nitrogênio pode acarretar maximização da produção microbiana e diminuição da perda de N na forma de amônia e da energia dos carboidratos, promovendo melhoria na digestão da matéria seca (MS), especialmente da fração fibrosa. O aumento na eficiência microbiana promoveria maior disponibilidade de proteína microbiana para ser absorvida no intestino, suprimindo assim as exigências de animais em crescimento.

Entretanto, a importância real do uso de dietas que proporcionam a sincronização proteína-energia no rúmen tem sido alvo de contestações em pesquisas recentes. Teoricamente, essa sincronização deveria permitir o uso destes nutrientes de forma mais eficiente e assim, aumentar a microbiota ruminal e conseqüentemente, melhorar o desempenho animal. Todavia, ao longo de três décadas ou mais, o uso de

dietas que proporcionam a sincronização proteína-energia no rúmen tem se mostrado ineficiente em melhorar o desempenho animal (Hall & Huntington, 2008). Em alguns estudos, o uso de dietas “não sincronizadas” tem proporcionado desempenhos iguais, ou até melhores, em comparação às dietas “sincronizadas” (Kim et al., 1999b; Valkeners et al., 2004) sendo a reciclagem endógena de N um dos principais fatores responsáveis pela observação destes resultados.

Nesse contexto, Atkinson et al. (2007) sugeriram que a suplementação com fontes de PNDR poderia não somente fornecer ao animal um maior aporte de proteína metabolizável, mas também ser utilizada como fonte de N para reciclagem endógena. Segundo os mesmos autores, a produção de uréia no fígado utilizando os aminoácidos oriundos da fonte de PNDR, ocorre de forma mais lenta em comparação à produção de uréia que utiliza a amônia que é absorvida pela parede do rúmen. Assim, a suplementação com PNDR parece favorecer um ambiente ruminal mais estável, através do fornecimento de N de forma mais constante via reciclagem endógena (Atkinson et al., 2007). Entretanto após hidrólise da uréia em amônia o N resultante deste processo pode não somente ser incorporado à proteína microbiana no rúmen como pode também ser absorvido no intestino. O N-amoniacal absorvido no intestino pode retornar ao ciclo da ornitina ou ser excretado pela urina sob outras formas que não a uréia. Se incorporado à proteína microbiana, o N pode subseqüentemente ser depositado na forma de proteína no corpo animal ou ainda ser excretado na urina e fezes (Wickersham et al., 2008). Dessa forma, ressalta-se que reciclagem de N na forma de uréia para o rúmen representa apenas uma das vias existentes no metabolismo da proteína em ruminantes.

Contudo, segundo Cervieri et al. (2001), as informações a respeito das proporções de PDR e PNDR que devem ser fornecidas nas dietas são escassas, pois na maioria das vezes é dada ênfase aos teores de proteína bruta utilizados nas formulações, existindo portanto a necessidade de uma caracterização mais adequada da fração protéica dentro deste sistema. Além disso, os efeitos dos sistemas de alimentação e dos níveis nutricionais sobre as características das carcaças bovinas são documentados principalmente no que se refere ao nível energético (Felício, 1997). Quanto à utilização de fontes ou níveis protéicos, os resultados observados têm sido discretos ou mesmo ausentes (Sindt et al., 1993; Shain et al., 1998).

Em outro contexto, em anos recentes, o Brasil tornou-se o maior exportador mundial em quantidade de carne bovina graças ao desenvolvimento verificado em todos

os segmentos da sua cadeia produtiva. No entanto, a carne bovina brasileira ainda é vista como produto de baixo valor agregado no mercado internacional, ou seja, é considerada apenas *commodity* de valor relativamente baixo quando comparada às carnes americana e australiana, por exemplo, que recebem maiores cotações internacionais.

A base genética do nosso rebanho é composta por animais zebuínos, com grande predominância da raça Nelore. Estima-se que aproximadamente 80% do rebanho brasileiro de bovinos de corte têm genes de origem zebuína (Alves et al., 2004), seja na forma de animais puros ou resultantes de cruzamentos (Josahkian, 1999). Assim, a predominância de animais zebuínos no rebanho brasileiro, associada ao fato de os sistemas de produção de carne bovina no Brasil serem baseados, quase que exclusivamente na criação extensiva a pasto, tem contribuído para a imagem de que a carne brasileira provém de animais velhos, apresentando aspectos qualitativos indesejáveis, sendo a maciez o quesito mais questionável (Abularach et al., 1998; Delgado et al., 2006). Desta forma, o setor produtivo nacional deve implementar tecnologias que propiciem obter animais jovens, que tenham potencial para produzir carne de qualidade, cabendo à indústria frigorífica a adoção de controles e procedimentos que possam garantir a manutenção dos principais atributos qualitativos. Deve-se salientar que a produção de carne bovina no Brasil depende majoritariamente de raças zebuínas e que o mérito de carcaça e da carne dessas raças constitui característica que necessita de melhorias, tanto via genética quanto via manejo (Yokoo et al., 2010).

Em relação às características organolépticas da carne, segundo Felício (1999), a cor da carne é responsável, em um primeiro momento, por atrair o consumidor sendo que através dela, tem-se o conhecimento prévio da quantidade e do estado químico da mioglobina. Posteriormente a maciez, suculência e palatabilidade são as demais características a serem julgadas pelo consumidor. Savell & Shackelford (1992) relataram serem estes os fatores de maior importância no momento de se consumir o produto. Ainda sobre a maciez da carne bovina, Miller (2001) afirmou ser este o fator primário que afeta a aceitabilidade do produto pelos consumidores.

Vários fatores são mencionados por influenciarem as características de maciez da carne, dentre eles destaca-se a raça, idade, sexo, gordura de cobertura e alimentação dos bovinos. A maciez também pode ser influenciada por fatores pré-abate, como estresse e fatores pós-abate, como temperatura e condições de resfriamento da carcaça (Harper, 1999).

Ao longo dos anos pesquisadores têm estudado o fenômeno da maciez em relação à idade dos animais no momento do abate (Hiner & Hanks, 1950; Felício et al., 1982; Lawrence et al., 2001) e a maioria reportou que a maciez da carne bovina decresce à medida que os animais envelhecem (Wulf et al., 1996). O sistema americano de classificação e tipificação de carcaças bovinas baseia-se na avaliação do grau de ossificação das cartilagens das vértebras do sacro, lombares e torácicas, e das costelas, além da coloração da carne, para determinar a idade ou maturidade fisiológica dos animais. No entanto, a relação entre idade ou maturidade determinada por esse sistema, e maciez e palatabilidade da carne tem sido contraditória. Enquanto alguns pesquisadores sugerem que os escores de maturidade podem segregar as carcaças em diferentes grupos quanto à força de cisalhamento e maciez determinada por painel sensorial, outros afirmam que o sistema americano de classificação da maturidade não separa as carcaças em grupos homogêneos de maciez e palatabilidade (Lawrence et al., 2001).

Shorthose & Harris (1990) reportaram que os escores de maciez de vários músculos decresceram significativamente com o aumento da idade, determinada pela avaliação da arcada dentária. De forma similar, Crosley et al. (1995) encontraram um decréscimo progressivo na maciez dos músculos *Biceps femoris* e *Longissimus dorsi* em animais com 0, 2, 4, 6 e 8 dentes incisivos permanentes, respectivamente. Por outro lado, Wythes & Shorthose (1991) observaram que o status da dentição não teve efeito sobre valores de força de cisalhamento do músculo *Longissimus dorsi* de vacas e novilhos, mostrando que as conclusões são inconsistentes.

A adoção de sistemas de tipificação e classificação pelas indústrias frigoríficas possibilita a uniformização de carcaças bovinas e, conseqüentemente possibilita a seleção e o fornecimento de carne de melhor qualidade ao mercado. No Brasil, o primeiro sistema de classificação de carcaças bovinas adotado entrou em vigor pela Portaria Ministerial n. 612 de 05/10/1989, publicada no Diário Oficial da União de 10/10/1989 visando à exportação da carne através da Cota Hilton (BRASIL, 1989). Nesse sistema, foram adotados como parâmetros o sexo (M-macho, C-macho castrado e

F-fêmea), maturidade (0; 2; 4; 6 e 8 dentes incisivos permanentes), a conformação - avaliação subjetiva de perfis que demonstram o desenvolvimento das massas musculares (C-convexas, Sc-subconvexas, Re-retilíneas, Sr-sub-retilíneas e Co-côncavas) acabamento - avaliação subjetiva da gordura subcutânea ou de cobertura (1-ausente, 2-escassa=1-3mm, 3-mediana=3-6mm, 4-uniforme=6-10mm e 5-excessiva >10mm) e peso da carcaça quente (Pardi et al., 1996).

Através da combinação destes parâmetros formam-se seis classes hierarquizadas (B-R-A-S-I-L), sendo que as carcaças classificadas como “B” seriam de melhor qualidade, seguida pelo “R” e assim sucessivamente. Contudo, visando atender reivindicações de pecuaristas, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) modificou o sistema nacional de classificação de carcaças bovinas, que foi aprovado e publicado em 2004 na Instrução Normativa nº 9 (BRASIL, 2004). Nesse sistema, excluiu-se da avaliação das carcaças a conformação e o peso das carcaças, permanecendo as classes de sexo, idade e acabamento. Contudo, para que uma classificação oficial tenha sucesso, é necessário que seja precisa, ou seja, baseada em diferenças comprovadas experimentalmente (Felício et al., 1982). No Brasil, embora haja grande possibilidade de se desenvolver trabalhos visando avaliar a efetividade dos parâmetros de classificação de carcaça adotados no sistema BRASIL em segregar carcaças para qualidade da carne, praticamente não há informações a esse respeito.

Diante do exposto, o presente trabalho foi conduzido com os objetivos de:

- Avaliar o desempenho e qualidade de carne de novilhas de corte alimentadas com dois níveis de concentrado e de proteína não degradável no rúmen;
- Avaliar a influência da maturidade fisiológica, avaliada pela análise da arcada dentária, sobre as principais características de carcaça e qualidade de carne de bovinos abatidos em frigorífico comercial.

LITERATURA CITADA

- ABULARACH, M.L.; ROCHA, C.E.; FELÍCIO, P.E. Características de qualidade do contrafilé (*longissimus dorsi*) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.2, p.205-210, 1998.
- ATKINSON, R.L.; TOONE, C.D.; LUDDEN, P.A. Effects of supplemental ruminally degradable protein versus increasing amounts of supplemental ruminally undegradable protein on site and extent of digestion and ruminal characteristics in lambs fed low-quality forage. **Journal of Animal Science**, v.85, n.12, p.3322-3330, 2007.
- ATKINSON, R.L.; TOONE, C.D.; ROBINSON, D.L. et al. Effects of supplemental ruminally degradable protein versus increasing amounts of supplemental ruminally undegradable protein on nitrogen retention, apparent digestibility, and nutrient flux across visceral tissues in lambs fed low-quality forage. **Journal of Animal Science**, v.85, n.12, p.3331-3339, 2007.
- ALVES, D.D.; PAULINO, M.F.; BACKES, A.A. et al. Características de carcaça de bovinos Zebu e cruzados Holandês-Zebu (F₁) nas fases de recria e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1274-1284, 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria No 612, 5 out. 1989**. Sistema nacional de tipificação de carcaças bovinas. Brasília, Diário Oficial da União, 10/10/1989.
- BRASIL. Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 9, 4 mai. 2005**. Sistema Brasileiro de Classificação de Carcaças Bovinas. Brasília, Diário Oficial da União, 05/05/2004.
- BRODERICK, G.A.; WALLACE, R.J.; ORSKOV, E.R. Control of rate and extent of protein degradation. In: TSUDA, T., SASAKI, Y., KAWASHIMA, R. (Ed.) **Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants**. New York: Academic Press, p.542-592, 1991.
- CALDAS NETO, S.F.; ZEOULA, L.M.; KAZAMA, R. et al. Proteína degradável no rúmen associada a fontes de amido de alta ou baixa degradabilidade: digestibilidade *in vitro* e desempenho de novilhos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.452-460, 2007.
- CERVIERI, R.C.; ARRIGONI, M.B.; OLIVEIRA, H.N. et al. Desempenho e características de carcaça de bezerros confinados recebendo dietas com diferentes degradabilidade da fração protéica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1590-1599, 2001.
- CROSLY, R.I.; HEINZ, P.H.; BRUYN, J.F. In: **Meat symposium**. Pretoria. **Proceedings...** Pretoria: University of Pretoria. p.57-66, 1995.

- DELGADO, E.F.; AGUIAR, A.P.; ORTEGA, E.M.M. et al. Brazilian consumer's perception of tenderness of beef steaks classified by shear force and taste. **Scientia Agricola**, v.63, n.3, p.232-239, 2006.
- FELÍCIO, P. E. de; ALLEN, D.M.; CORTE, O. O. Influência da maturidade da carcaça sobre a qualidade da carne de novilhos Zebu. **Coletânea ITAL**, v.12, p.137-149, 1982.
- FELÍCIO, P.E. Fatores ante e post mortem que influenciam na qualidade da carne bovina. In: **Produção do novilho de corte**. Piracicaba: FEALQ, p.79-97. 1997.
- FELÍCIO, P.E. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., Porto Alegre, 1999. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. p.89-97.
- HALL, M.B.; HUNTINGTON, G.B. Nutrient synchrony: Sound in theory, elusive in practice. **Journal of Animal Science**, v.86, n.2, p.287-292, 2008.
- HARMEYER, J., MARTENS, H. Aspects of urea metabolism with reference to the goat. **Journal of Dairy Science**, v.63, n.10, p.1707-1728, 1980.
- HARPER, G. S. Trends in skeletal muscle biology and the understanding of toughness in beef. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.50, n.7, p.1105-1129, 1999.
- HUNTINGTON, G.B., ARCHIBEQUE, S.L. Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 1999. Indianápolis. **Proceedings...** Indianapolis: American Society of Animal Science, 1999, p.1-11.
- HINER, R.L.; HANKINS, O.G. The tenderness of beef in relation to different muscles and age in the animal. **Journal of Animal Science**, v.9, n.3, p.347-353, 1950.
- JOSAHKIAN, L.A. Associação Brasileira dos Criadores de Zebu: uma empresa de genética tropical. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1., 1999, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1999. p.21-28.
- KELLY, A.K.; MCGEE, M.; CREWS Jr., D.H. et al. Effect of divergence in residual feed intake on feeding behavior, blood metabolic variables, and body composition traits in growing beef heifers. **Journal of Animal Science**, v.88, n.1, p.109-123, 2010.
- KIM, K. H., Y.-G. Oh, J.-J. CHOUNG, Y.G.O.J.J.; Chamberlain, D.G. Effects of varying the degree of synchrony of energy and nitrogen release in the rumen on the synthesis of microbial protein in cattle consuming grass silage. **Journal of Science of Food and Agriculture**, v.79, n.6, p.833-838, 1999.
- KÖSTER, H.H., COCHRAN, R.C., TITGEMEYER, E.C. et al. Effect of increasing degradable intake protein on intake and digestion of low-quality, tall grass prairie forage by beef cows. **Journal of Animal Science**, v.74, n.10, p.2478-2481, 1996.

- LAWRENCE, T.E.; WHATLEY, J.D.; MONTGOMERY, T.H. et al. Influence of dental carcass maturity classification on carcass traits and tenderness of longissimus steaks from commercially fed cattle. **Journal of Animal Science**, v.79, n.8, p.2092-2096, 2001.
- LAPIERRE, H., LOBLEY, G.E. Nitrogen recycling in the ruminant: a review. **Journal of Dairy Science**, v.84, n.1, p.223-236, 2001.
- LOBLEY, G.E., CONNELL, A., LOMAX, M.A. et al. Hepatic detoxification of ammonia in the ovine liver: possible consequences for amino acid catabolism. **British Journal of Nutrition**, v.73, n.5, p.667-685, 1995.
- MILLER, R.K. Carne: qualidade e segurança para os consumidores do novo milênio. Avaliação instrumental da qualidade da carne. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001, São Pedro. **Anais...** Campinas: Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Carnes/Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2001. p.470.
- PARDI, M. C.; SANTOS, I. F. dos; SOUZA, E. R. de; SANTOS, J. C. A Epopéia do Zebu - Um Estudo Zootécnico-Econômico. **Ed. Universidade Federal de Goiás: Goiânia-Go**, 1996, 126p.
- RUSSELL, J.B. Strategies that ruminal bacteria use to handle excess carbohydrate. **Journal of Animal Science**, v.76, n.9, p.1955- 1963, 1998.
- RUSSELL, J.B., O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I – Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p. 3562-61, 1992.
- SAVELL, J.; SHACKELFORD, S.D. Significance of tenderness to the meat industry. In: RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 45., 1992, Ft. Collins. **Proceedings...** Ft. Collins: Colorado State University, 1992. p.43-46.
- SHAIN, D.H.; STOCK, R.A.; KLOPFENSTEIN, T.J.; et al. Effect of degradable intake protein level on finishing cattle performance and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science**, v.76, n.1, p.242-248, 1998.
- SHORTHOSE, W.R.; HARRIS, P.V. Effect of animal age on the tenderness of selected beef muscles. **Journal of Food Science**, v.55, n.1, p.01-08, 1990.
- SINDT, M.H.; STOCK, R.; KLOPFENSTEIN, T.J.; et al. Protein sources for finishing calves as affected by management system. **Journal of Animal Science**. v.71, n.4, p.1047-1056, 1993.
- VALADARES FILHO, S.C. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta, em bovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES. **Anais ...** Viçosa: UFV, 1995. p.355-388.

- VALKENERS, D., A. THÉWIS, F. PIRON. et al. Effect of imbalance between energy and nitrogen supplies on microbial protein synthesis and nitrogen metabolism in growing double-muscled Belgian Blue bulls. **Journal of Animal Science**. v.82, n.6, p.1818–1825. 2004.
- VELLOSO, L., REICHERT, R.H., PACOLA, L.J., PINOTTI, R., PROCKNOR, M. Utilização da Levedura Desidratada de Cana de Açúcar na Alimentação de Vacas Leiteiras. **Boletim da Indústria Animal**, São Paulo-SP, v.41, p.73-78, 1984.
- WICKERSHAM, T.A., TITGEMEYER, E.C., COCHRAN, R.C., WICKERSHAM, E.E., MOORE, S.E. Effect of frequency and amount of rumen-degradable intake protein supplementation on urea kinetics and microbial use of recycled urea in steers consuming low-quality forage, **Journal of Animal Science**, v.86,n.11, p.3089-3099, 2008.
- WULF, D.M.; MORGAN, J.M.; TATUM, J.B. et al. Effects of animal age, marbling score, calpastatin activity, sub-primal cut, calcium injection and degree of doneness on the palatability of steaks from Limousin steers. **Journal of Animal Science**. v.74, n.3, p.569-576, 1996.
- WYTHES, J.R.; SHORTHOSE, W.R. Chronological age and dentition effects on carcass and meat quality of cattle in northern Australia. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. v.31, n.2, p.145-152, 1991.
- YOKOO, M.J.; LOBO, R.B.; ARAÚJO, F.R.C. et al. Genetic associations between carcass traits measured by real-time ultrasound and scrotal circumference and growth traits in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**, v.88, n.1, p.52-58, 2010.

Desempenho e qualidade de carne em novilhas de corte alimentadas com dois níveis de concentrado e de proteína não degradável no rúmen

Resumo - O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito de dois níveis de concentrado e de proteína não degradável no rúmen (PNDR) em dietas de novilhas confinadas sobre o consumo, digestibilidade dos nutrientes, conversão alimentar, desempenho, características e composição físico-química da carcaça, composição do ganho de carcaça, rendimento de cortes comerciais e características qualitativas da carne. Foram utilizadas 20 novilhas mestiças, provenientes de um mesmo grupo contemporâneo e com peso corporal médio inicial de $240 \pm 6,4$ kg. Quatro animais foram abatidos no início do experimento para constituir o grupo referência e os 16 animais restantes foram distribuídos, em quatro tratamentos em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2×2 , com 40 e 80% de concentrado e dois níveis de PNDR. Os animais permaneceram em média 112 dias em confinamento, sendo alimentados individualmente e abatidos ao final do período experimental. Não foi verificada interação ($P > 0,05$) entre o nível de concentrado e os níveis de PNDR nas dietas. Não houve efeito da PNDR ($P > 0,05$) sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes. Entretanto, a PNDR aumentou ($P < 0,05$) o ganho de peso médio diário (GMD) dos animais. O nível de concentrado na dieta não alterou ($P > 0,05$) o consumo de matéria seca (CMS), conversão alimentar, GMD, composição físico-química da carcaça e do ganho de carcaça, rendimento de cortes comerciais e características qualitativas da carne das novilhas. Entretanto, o consumo de NDT, FDNcp e EE das novilhas alimentadas com dietas contendo 80% de concentrado mostrou-se superior ($P < 0,05$). A dieta contendo 80% de concentrado propiciou maiores coeficientes de digestibilidade ($P < 0,05$) de todos os nutrientes, exceto para a FDNcp. O nível de 80% de concentrado na dieta aumentou ($P < 0,05$) a área de olho de lombo (AOL). Conclui-se que o nível de PNDR na dieta não alterou o consumo e digestibilidade dos nutrientes; melhorou a conversão alimentar e o desempenho de novilhas confinadas; não alterou a composição físico-química da carcaça, do ganho de carcaça e as características qualitativas da carne. Conclui-se ainda que novilhas alimentadas com 80% de concentrado apresentam composição físico-química da carcaça, composição do ganho de carcaça e características qualitativas da carne semelhantes às novilhas alimentadas com dietas contendo 40% de concentrado.

Palavras-chave: Carcaça, proteína degradável no rúmen, qualidade de carne, rendimento, ruminantes.

Performance and meat quality of beef fed with two levels of concentrate and ruminally undegradable protein

Abstract - The present work was carried out aiming to evaluate the effects of ruminal energy-protein synchronization on feed intake, nutrients digestibility, feed conversion, animal performance, carcass yields and composition, composition of the carcass gain, percentage of commercial cuts and meat quality of feedlot heifers. Twenty crossbreed heifers (240±6kg) were used, all of them coming from the same contemporary group. At the beginning, four animals were slaughtered as reference group and the sixteen animals remaining were assigned to a completely randomized design in 2x2 factorial schemes, two levels of concentrate (40 and 80%, based on dry matter) and two levels of ruminally undegradable protein (RUP). These animals were individually fed during 112 days and slaughtered at the end of the trial. There was no interaction ($P>0.05$) between the level of concentrate and RUP. The dry matter intake (DMI), feed intake and nutrients digestibility were not affected ($P>0.05$) by RUP level. However, the animals fed higher level of RUP diets had higher ($P<0.05$) average daily gain (ADG) compared with the animals fed lower level of RUP diets. The level of concentrate did not affect ($P>0.05$) the DMI, feed conversion and ADG, but the intakes of TDN, NDFcp and EE, were superior ($P<0.05$) in the animals fed higher concentrate diets. The digestibilities of all nutrients, except the NDFcp, were greater ($P<0.05$) for the 80% concentrate diets. There was no affect ($P>0.05$) of RUP level on carcass yields. Similarly, the percentage of commercial cuts, the composition of the carcass and the composition of the carcass gain were not affected ($P>0.05$) by the level of RUP and concentrate. However, the animals fed 80% concentrate diets had a larger ($P<0.05$) rib eye area (REA) compared with the animals fed 40% concentrate diets. No differences ($P>0.05$) in Warner-Bratzler shear force, myofibrillar fragmentation index, percentage of total cooking loss, and chemical composition of the *Longissimus dorsi*, were found among the levels of concentrate and RUP. It can be concluded that the level of RUP did not affect the feed intake and nutrients digestibilities, but improved the feed conversion and increased the ADG. Neither level of RUP nor level of concentrate affected the carcass composition, composition of carcass gain, percentage of commercial cuts and the meat quality of the feedlot heifers. It can also be concluded that rumen energy-protein synchronization is not important once it has not improved the animal performance.

Key words: Carcass, heifers, meat quality, ruminants, ruminal undegradable protein.

INTRODUÇÃO

Por muitos anos, a proteína bruta (PB) foi o principal parâmetro usado para quantificação das exigências protéicas na formulação de rações para ruminantes; entre outras razões, devido à falta de banco de dados com valores consistentes de degradabilidade ruminal e perfil de aminoácidos das fontes protéicas. Entretanto, avanços na pecuária de corte em função da otimização na produção, têm evidenciado maior necessidade de estudos direcionados ao aumento do conhecimento da nutrição protéica de ruminantes.

As exigências protéicas dos ruminantes são atendidas pelos aminoácidos absorvidos no intestino delgado, sendo estes provenientes da proteína microbiana e da proteína dietética não degradada no rúmen (Valadares Filho, 1995). Dessa forma, tem sido difundido que, quando se tem por objetivo alcançar níveis elevados de produção, ocorre a elevação da exigência protéica e há então a necessidade de maximizar a eficiência de síntese de proteína microbiana, contanto que parte da proteína dietética ingerida escape da degradação ruminal (Broderick et al., 1991).

As informações a respeito das proporções de proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradável no rúmen (PNDR) que devem ser fornecidas nas dietas de animais confinados são escassas, pois na maioria das vezes é dada ênfase aos teores de PB utilizados nas formulações, existindo portanto, a necessidade de caracterização mais adequada da fração protéica dentro deste sistema (Cervieri et al., 2001). Além disso, os efeitos dos sistemas de alimentação e dos níveis nutricionais sobre as características das carcaças bovinas são documentados principalmente no que se refere ao nível energético (Felício, 1997). Quanto à utilização de fontes ou níveis protéicos, os resultados observados têm sido discretos ou mesmo ausentes (Sindt et al., 1993; Shain et al., 1998).

O uso de concentrados na dieta de bovinos de corte tem sido empregado como forma de melhorar o desempenho dos animais, reduzir a idade ao abate e consequentemente melhorar a eficiência do sistema de produção. Entretanto, o nível de oferta de concentrado utilizado pode causar alterações no consumo, digestibilidade dos nutrientes e nos parâmetros de deposição de tecidos componentes da carcaça. Os resultados reportados na literatura sobre os efeitos dos níveis de concentrado na dieta sobre o consumo, desempenho, digestibilidade dos nutrientes, características de carcaça em bovinos de corte tem sido variáveis (Pereira et al., 2006).

Além da nutrição protéica e do nível de concentrado na dieta de bovinos, a importância da sincronização energia-proteína no rúmen tem sido alvo de estudos recentes. Teóricamente, essa sincronização proporcionaria melhoria na eficiência de utilização dos nutrientes, aumentaria a produção microbiana e o aporte de nutrientes para o animal, melhorando assim o seu desempenho (Hall & Huntington, 2008). Entretanto, resultados observados em algumas pesquisas têm mostrado que animais alimentados com dietas que não proporcionam a sincronização energia-proteína no rúmen, podem apresentar desempenho igual ou até mesmo superior a animais alimentados com dietas nas quais a sincronização foi objetivada (Kim et al., 1999b; Valkeners et al., 2004;).

Nesse contexto, objetivou-se avaliar o efeito de dois níveis de concentrado e de PNDR sobre o consumo, desempenho, digestibilidade características e rendimento de carcaça, rendimento de cortes comerciais e características qualitativas da carne em novilhas de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais e área experimental

O experimento foi realizado no Setor de Bovinocultura de Corte do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (DZO-UFV) no período de abril a agosto de 2008.

Foram utilizados 20 animais, todas fêmeas mestiças, com idade média 18 meses, peso corporal médio de $240 \pm 6,4$ kg e oriundos de um mesmo grupo contemporâneo.

Inicialmente, todos os animais foram pesados e vermifugados, e, em seguida, alocados ao confinamento experimental, aos pares em cada baia, para adaptação às instalações por 15 dias. Durante esse período, os animais foram alimentados apenas com silagem de milho. Transcorrido esse tempo, quatro animais foram abatidos de forma a compor o grupo referência, sendo este utilizado para estimação da composição inicial do corpo vazio e da carcaça do restante dos animais. Os animais remanescentes foram pesados novamente, após jejum prévio de 16 horas, e alocados ao confinamento experimental, em baias individuais, com dimensões de 3 m de largura por 5 m de comprimento, totalizando 15 m². Todas as baias eram revestidas por piso de concreto e providas de comedouros cobertos (2,5 m) e bebedouros de concreto individuais.

Delineamento e dietas experimentais

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiam na substituição parcial ou não da proteína degradável no rúmen (PDR) pela proteína não degradável no rúmen (PNDR) e dois níveis de concentrado com base na matéria seca total (40 e 80%). As proporções dos ingredientes nas dietas experimentais encontram-se na Tabela 1. As dietas experimentais foram formuladas com o objetivo de proporcionar perfis distintos de adequação energia-proteína no rúmen.

Foi utilizada a silagem de milho como fonte volumosa em todas as dietas. Os concentrados utilizados foram formulados a partir de milho moído grosso (6 mm), casca de soja, polpa cítrica, farelo de soja, glúten de milho, mistura mineral comercial e mistura de uréia e sulfato de amônio (9:1). As rações experimentais foram balanceadas de forma a serem isoprotéicas e conterem aproximadamente 13% de PB. As dietas foram ajustadas para que apresentassem de acordo com os ingredientes disponíveis, a maior disparidade possível em relação ao nível de PNDR.

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes nas dietas experimentais com base na matéria seca

Item	40% Concentrado		80% Concentrado	
	Alta PNDR	Baixa PNDR	Alta PNDR	Baixa PNDR
Silagem de milho	60,0	60,0	20,0	20,0
Milho	13,7	16,7	37,6	32,4
Casca de soja	15,0	15,0	15,0	15,0
Polpa Cítrica	-	-	17,0	25,0
Farelo de soja	-	4,3	-	3,6
Glúten de milho	8,3	-	7,4	-
Uréia/SA (9:1)	-	1,0	-	1,0
Mistura Mineral ¹	3,0	3,0	3,0	3,0

¹ - Composição (%): fosfato bicálcico: 41,66; sal comum: 56,79; sulfato de cobre: 0,20; sulfato de zinco: 1,19; iodato de potássio: 0,03; sulfato de cobalto: 0,05; e selenito de sódio: 0,08. Níveis de garantia (por kg do núcleo): Fósforo: 31,5g; Enxofre: 31g; Sódio: 95g; Magnésio: 50g; Manganês: 1200mg; Zinco: 3000mg; Ferro: 600mg; Cobre: 600mg; Iodo: 36mg; Selênio: 10mg; Flúor: 315mg (máximo)

O período experimental teve duração de 112 dias, sendo subdividido em quatro sub-períodos experimentais de 28 dias cada. Os alimentos (volumoso + concentrado) foram fornecidos duas vezes ao dia (7h00 e 15h30), com cerca de 70% da quantidade diária fornecida pela manhã e os 30% restantes na parte da tarde. A quantidade de alimento fornecida foi ajustada diariamente de forma a permitir sobras em torno de 5-10% do fornecido para todos os animais.

Coleta e processamento das amostras

As sobras foram coletadas diariamente, pesadas e amostradas, por animal, sendo acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados. As amostras de sobras foram mantidas em freezer a -20°C e, após cada semana, foram descongeladas e homogeneizadas, retirando-se uma sub-amostra, que foi pesada, seca em estufa com ventilação forçada (60°C), moída em moinho com peneira com malha de 1 mm e acondicionada em recipiente plástico. Amostras de quatro semanas consecutivas, já moídas, foram utilizadas para obtenção de uma amostra composta de sobras, com base no peso seco ao ar, por animal, por período de 28 dias. Dessa forma, para cada animal obteve-se quatro amostras compostas de sobras.

Amostras da silagem de milho foram obtidas diariamente, compostas por semana, secas, moídas e armazenadas. Dessa forma, o volumoso utilizado foi analisado semanalmente. Os ingredientes dos concentrados (milho moído grosso, casca de soja, farelo de soja, polpa cítrica e glúten de milho) foram coletados a cada período, totalizando quatro amostras de cada ingrediente ao final do experimento.

Amostras da silagem de milho, dos ingredientes dos concentrados e das sobras foram analisadas quanto aos seus teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), nitrogênio total e extrato etéreo (EE), seguindo as recomendações de Silva & Queiroz (2002). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) foram obtidos de acordo com os protocolos descritos por Van Soest et al. (1991) e Licitra et al. (1996). Utilizou-se o sistema ANKOM para as avaliações de FDN, com modificação do saquinho utilizado (5,0 x 5,0 cm, porosidade de 100 µm), confeccionado utilizando-se tecido TNT (100 g/m²). Alpha-amilase estável ao calor foi empregada nas análises de FDN, cujas amostras dos alimentos e das sobras foram corrigidas para cinzas e proteína (FDNcp).

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados conforme proposto por Hall (2000), sendo $CNF (\%) = 100 - [(\% PB - \% PB \text{ derivada da uréia} + \% \text{ de uréia}) + FDNcp + \% EE + \% \text{ cinzas}]$.

Ensaio de digestibilidade foram realizados no terço médio de cada período experimental, quando as fezes de cada animal foram coletadas diretamente no piso das baias, imediatamente após a defecação, em três dias consecutivos, sendo que no primeiro dia a coleta ocorreu na parte da manhã (entre 7h00 e 8h00), no segundo por volta de 12h00 e no terceiro dia na parte da tarde (entre 16h00 e 17h00). As amostras de fezes foram secas em estufa com ventilação forçada (60°C) e moídas em moinho com peneira com malha de 1 mm. A partir das três amostras moídas de fezes obteve-se proporcionalmente uma amostra composta por animal com base no peso seco ao ar. Durante a semana dos ensaios de digestibilidade o volumoso, sobras e os ingredientes do concentrado foram amostrados e analisados separadamente. A excreção de matéria seca fecal foi estimada a partir da técnica de indicador interno, sendo a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) o indicador adotado.

A quantificação da FDAi nas amostras de alimentos, fezes e sobras foi realizada conforme proposto por Casali et al. (2008), por intermédio de incubação ruminal por 264 horas, utilizando-se sacos confeccionados com TNT (100 g/m²). A composição química dos ingredientes utilizados encontra-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF) e fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) dos ingredientes utilizados na rações experimentais.

Itens (%)	Silagem de Milho	Milho	Casca de Soja	Farelo de Soja	Polpa Cítrica	Glúten de milho
MS	29,14	87,40	89,29	88,22	87,17	90,60
MO	94,29	96,18	95,38	93,56	92,80	98,61
PB	7,51	8,12	12,57	48,93	9,06	67,32
EE	2,87	4,43	1,40	1,89	4,56	3,06
FDNcp	47,70	16,77	64,17	11,45	28,90	14,82
CNF	36,30	62,73	17,23	31,35	51,01	13,38

A avaliação do teor de PDR foi realizada conforme descrito por Calsamiglia & Stern (1995). Foi feita a incubação ruminal de 5g de amostra dos alimentos, previamente moídos (2 mm), utilizando-se sacos de náilon, durante 16 horas. Após a incubação ruminal, os sacos foram lavados em água corrente e colocados em estufa de ventilação forçada a 60°C por 48 horas, sendo posteriormente quantificadas a MS e o nitrogênio total dos resíduos não degradados. A composição química das dietas encontra-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro indigestível (FDAi), proteína degradável no rúmen (PDR), proteína não degradável no rúmen (PNDR)

Item	40% concentrado		80% Concentrado	
	Alta PNDR	Baixa PNDR	Alta PNDR	Baixa PNDR
MS	52,70	51,59	74,39	73,29
MO	95,25	94,98	95,41	94,91
PB	13,09	12,65	12,96	12,84
EE	2,75	2,71	3,44	3,41
FDNcp	41,77	41,54	31,34	32,03
CNF	37,64	38,11	46,64	46,88
PDR ¹	48,90	72,10	53,52	73,52
PNDR ¹	51,10	27,90	46,48	26,48

¹ - % da PB.

Abates e processamento das carcaças

Ao final do experimento todas as novilhas foram pesadas, após jejum de sólidos de 16 horas, e em seguida abatidas. O sangue foi recolhido em recipiente plástico e em seguida pesado. Todas as partes constituintes do corpo animal [cabeça, patas, cauda, couro, trato gastrointestinal (rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso), órgãos internos (pulmões, rins, coração, baço, fígado), gordura interna, mesentério, língua, diafragma, aparas (esôfago, traquéia, laringe, aparelho reprodutivo) e meia-carcaças] foram pesadas, sendo que o trato gastrointestinal foi devidamente esvaziado e lavado previamente à sua pesagem. A carcaça foi dividida ao meio, resultando em duas meia-carcaças, que foram resfriadas a 0°C por 18 a 24 horas.

O peso de corpo vazio (PCVZ) de cada animal foi obtido pelo somatório de todas as partes constituintes do corpo descritas acima, mais o sangue. Para a obtenção do peso de corpo vazio inicial dos animais que permaneceram no experimento, utilizou-se a relação PCVZ/PV média obtida nos animais referência (PCVZ/PV = 0,88).

Transcorrido o resfriamento, foram avaliados o pH e temperatura na região do músculo *Longissimus dorsi* das meia-carcaças direita, utilizando-se sonda, termômetro e potenciômetro específicos para essa finalidade. Em seguida, as carcaças foram novamente pesadas, e tiveram suas medidas de espessura de gordura subcutânea e de área de olho de lombo mensuradas na altura da 12^a costela da meia-carcaça direita. A meia-carcaça direita de cada animal foi separada entre a quinta e a sexta costelas, em traseiro e dianteiro. O dianteiro compreendeu os cortes acém, paleta e ponta de agulha, enquanto o traseiro especial foi representado pelo coxão e pela alcatra completa.

O rendimento dos cortes comerciais foi avaliado de forma relativa (em relação ao peso da carcaça). Após a pesagem dos cortes comerciais, a meia-carcaça direita foi dissecada, quando houve separação dos tecidos adiposo, muscular e ósseo, sendo que o tecido adiposo foi subdividido em tecido adiposo subcutâneo e intermuscular, que foram pesados separadamente. Após a separação, os tecidos adiposo (subcutâneo + intermuscular) e muscular foram pesados e moídos separadamente. Após a moagem obteve-se, de forma proporcional, uma amostra composta, denominada de músculo + gordura da carcaça. Os ossos da carcaça foram subdivididos em três classes: ossos longos (representados pelos ossos dos membros anteriores e posteriores e da pelve), costelas e vértebras. Os ossos, dentro de cada classificação, foram pesados, serrados e amostrados separadamente. No momento do processamento das amostras da carcaça, os ossos foram pesados proporcionalmente e homogeneizados, constituindo-se amostra composta representativa da carcaça.

As amostras (aproximadamente 200 g cada) de músculo + gordura e ossos da carcaça foram acondicionadas em vidros com capacidade aproximada de 500 mL, pesadas e liofilizadas por 48 a 96 horas, para quantificação de seu teor de matéria seca gordurosa (MSG).

Posteriormente, as amostras foram pesadas novamente e submetidas a lavagens sucessivas com éter de petróleo, com o intuito de se obter a matéria seca pré-desengordurada (MSPD). Em seguida, foram moídas em moinho de bola, acondicionadas em recipientes plásticos e devidamente armazenadas para posteriores avaliações quanto aos teores de MS, EE, PB e minerais. O total de gordura removida no

pré-desengorduramento foi adicionada ao obtido na análise do EE residual, para quantificação do teor total de gordura nas amostras.

As avaliações de MS, matéria mineral, EE e do nitrogênio total das amostras dos constituintes corporais e do músculo *Longissimus dorsi*, foram realizadas de acordo com Silva & Queiroz (2002), sendo o teor de proteína bruta obtido pelo produto entre o nitrogênio total e o fator 5,88, conforme sugerido por Baldwin (1995). A partir dos teores de MS, proteína, EE e minerais, obtidos nas amostras de todos os constituintes corporais, conforme descrito previamente, obteve-se os teores de água, extrato etéreo, proteína e minerais na carcaça dos animais. A partir da composição inicial estimada pelos animais abatidos ao início do experimento, determinou-se também a composição do ganho de carcaça dos animais ao longo do experimento.

Da meia-carcaça direita foi retirada uma porção do músculo *Longissimus dorsi* na altura da 12ª e 13ª costelas, que foi acondicionada em saco plástico, identificada e armazenada em freezer a -20°C para posteriores análises de qualidade de carne conforme descrito adiante.

Avaliação da qualidade de carne

Análise de perdas e força de cisalhamento

Para as análises de perdas foram utilizadas as mesmas amostras da análise de força de cisalhamento. As amostras (bifes) do músculo *Longissimus dorsi* ainda congeladas em bifes com 2,54 cm de espessura. Em seguida, foram descongelados durante 16 horas à temperatura de 5°C até atingirem temperatura interna de 2 a 5°C, sendo pesados antes e após o descongelamento para avaliação das perdas por descongelamento. Em seguida, os bifes foram assados em forno elétrico pré-aquecido, sendo a temperatura interna dos bifes monitorada com auxílio de termômetro com sonda tipo K, posicionada no centro geométrico de cada bife. Os bifes foram retirados do forno elétrico no momento em que sua temperatura interna atingiu 71°C. Os dados de perdas por exsudação foram obtidos pela pesagem de bandejas de cozimento, com e sem amostras de carne, antes e após terem sido assadas. As pesagens realizadas antes e após as amostras terem sido assadas e a relação percentual de perda de peso das bandejas com as amostras representou as perdas por evaporação. O acréscimo de peso das bandejas após saírem do forno, sem as amostras, representou as perdas por

gotejamento que acrescidas às perdas por evaporação, resultaram nas perdas por cocção. As perdas totais foram obtidas pela diferença de peso entre as amostras congeladas e após terem sido assadas.

A força de cisalhamento foi avaliada segundo as recomendações de Wheeler et al. (2001). Os bifes depois de assados foram resfriados por 16 horas à temperatura de 2 a 5°C. Oito amostras cilíndricas de 1,27 cm de diâmetro foram removidas de cada bife, de forma paralela à orientação das fibras musculares, utilizando-se amostrador de aço inox. As amostras cilíndricas foram cisalhadas perpendicularmente à orientação das fibras musculares, utilizando-se lâmina de corte em V, com angulação de 60° e espessura de 1,016 mm e velocidade fixa de 20 cm/min, acoplada ao texturômetro Warner-Bratzler® (G-R Electrical Manufacturing Company, Manhattan – KS, USA)..

Índice de fragmentação miofibrilar

A determinação do índice de fragmentação miofibrilar (IFM) foi realizada conforme descrito por Culler et al. (1978). Foram utilizados 4 gramas do músculo *Longissimus dorsi*, livres de gordura e de tecido conectivo. As amostras foram homogeneizadas em *Ultra – Turrax* com haste de cisalhamento (Marconi – MA 102/E) em 40 mL de Tampão de Índice de Fragmentação Miofibrilar (TMFI) à 2°C (100 mM KCL, 20 mM de fosfato potássio pH 7,0, 1 mM MgCl₂ e 1 mM NaN₃, pH 7,0), duas vezes, durante 30 segundos por vez. Após a homogeneização, as amostras foram centrifugadas a 1000 x g por 15 minutos à 2°C e o sobrenadante foi descartado. O pellet foi ressuspenso em 20 mL de TMFI à 2°C e homogeneizado com bastão de vidro, e novamente centrifugado a 1000 x g por 15 minutos à 2°C e o sobrenadante foi mais uma vez descartado. O pellet foi então ressuspendido em 10 mL de TMFI à 2°C e submetido à agitação vigorosa em vórtex até a amostra tornar-se homogênea para ser filtrada em peneira de polietileno com malha de 1 mm. Foi feita a quantificação de proteínas miofibrilares totais pelo método do macro biureto (Gornall et al., 1949). Para determinação de IFM as amostras foram preparadas com o TIFM para um volume final de 8,0 mL e concentração de proteína de 0,5 mg/mL. As amostras foram então submetidas à leitura de absorbância (540nm). O valor de IFM foi obtido pelo seguinte cálculo:

$$\text{IFM} = \text{Absorbância} \times 200$$

Em que 200 = fator de escala para converter os valores de absorvância conforme sugerido por Culler et al. (1978)

Os dados foram analisados por meio do PROC GLM do SAS 9.0 para Windows considerando-se esquema fatorial 2 x 2. Os efeitos dos níveis de PNDR e de concentrado, bem como a interação entre os mesmos foram testados por intermédio da análise de variância. Foi testado o coeficiente de correlação de Pearson entre as características força de cisalhamento e IFM, e entre a área de olho de lombo e a porcentagem de músculo na carcaça. Adotou-se $\alpha = 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação ($P > 0,05$) entre nível de concentrado e proteína não degradável no rúmen (PNDR) para nenhuma das variáveis avaliadas. Portanto, os efeitos de níveis de concentrado e PNDR foram discutidos independentemente.

Não foram detectadas diferenças significativas ($P > 0,05$) para o consumo de matéria seca (CMS), entre os animais alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado (40 e 80%), independentemente da forma com que este foi expresso (Tabela 4).

Segundo Mertens (1983), para perfeito balanço microbiano no rúmen, é importante a manutenção de quantidade mínima de fibra na ração, que é necessária para manter fermentação apropriada no rúmen e também estimular a ruminação e salivação, indispensáveis à prevenção de distúrbios ruminais. No presente trabalho, todas as dietas, inclusive as com maiores proporções de concentrado, apresentaram teor de FDN maior que 25% (Tabela 3) não interferindo, portanto, no CMS. Ressalta-se ainda que as dietas contendo 80% de concentrado foram formuladas, além de milho, com ingredientes não amiláceos (casca de soja e polpa cítrica), o que pode ter contribuído para a manutenção da estabilidade do pH ruminal, evitando assim o surgimento de eventuais distúrbios metabólicos que pudessem interferir no CMS.

A suplementação protéica pode interferir no CMS seja pela disponibilidade de frações nitrogenadas para maximização da fermentação ruminal e síntese microbiana, seja pela quantidade e perfil de aminoácidos disponíveis para absorção no intestino delgado (NRC, 1996). Entretanto, no presente trabalho não houve efeito significativo

($P > 0,05$) do nível de PNDR sobre o CMS (Tabela 4). Todavia, observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) sobre o ganho de peso médio diário (GMD), em que os animais alimentados com dietas contendo maior PNDR, apresentaram desempenho 22,9% maior em relação aos animais alimentados com dietas contendo uma menor fração de PNDR na dieta (Tabela 4). Conseqüentemente, a conversão alimentar (CA) dos animais alimentados com dietas contendo maior fração de PNDR foi melhor (12,7%) ($P < 0,05$) em relação aos animais que receberam menor proporção de PNDR (Tabela 4).

Tabela 4 - Médias e coeficientes de variação para o consumo de matéria seca (CMS), consumo de matéria seca em função do peso corporal (CMS%PC), consumo de matéria seca em função do peso metabólico ($\text{g}/\text{kg}^{0,75}$), ganho médio diário (GMD) e conversão alimentar (CA), ganho médio de carcaça (GMC) e ganho de peso de corpo vazio (GPCVZ), de acordo com os tratamentos experimentais

Item	40%		80%		Valor P			CV%
	Concentrado		Concentrado		NC	PNDR	NC x PNDR	
	Alta PNDR	Baixa PNDR	Alta PNDR	Baixa PNDR				
CMS, kg/dia	7,40	7,21	7,76	7,01	0,2976	0,2632	0,7373	18,8
CMS, %PC	2,41	2,34	2,30	2,21	0,3228	0,5222	0,8916	11,3
CMS, $\text{g}/\text{kg}^{0,75}$	100,89	97,90	98,43	93,40	0,3139	0,4402	0,8414	12,8
GMD, kg/dia	1,21	0,98	1,15	0,95	0,1895	0,0197	0,4125	18,3
C.A., kg MS ingerida/kg de ganho	6,11	7,33	6,77	7,43	0,4292	0,0114	0,5149	8,5
GMC, g/dia	637,50	492,50	645,00	547,50	0,6809	0,1280	0,7543	25,5
GPCVZ, g/dia	1,08	0,87	1,09	0,83	0,8463	0,0872	0,9227	26,1

NC = Nível de concentrado na dieta; PNDR = Nível de proteína não degradável no rúmen; NC x PNDR = interação entre os níveis de concentrado e PNDR na dieta.

Segundo Caldas Neto et al. (2007), a sincronização entre fontes de carboidratos e nitrogênio pode proporcionar maximização da eficiência microbiana e diminuição da perda de nitrogênio em forma de amônia e da energia dos carboidratos, promovendo aumento na disponibilidade de proteína microbiana para ser absorvida no intestino delgado. Perry & Cecava (1995) relataram que em dietas com alta proporção de alimentos concentrados, o uso de fontes ricas em PNDR poderia reduzir o desempenho animal quando comparada à suplementação com farelo de soja (rico em PDR). Segundo

estes autores, isto ocorreria em virtude da diminuição da concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen, o que limitaria a síntese microbiana. Entretanto, a ausência da interação ($P > 0,05$) entre o nível de concentrado e da PNDR na dieta observado nesse estudo para as variáveis de desempenho (Tabela 4) é um indício de que a sincronização energia-proteína não foi relevante sobre os aspectos avaliados neste estudo.

A característica do alimento é um dos fatores que afeta a produção de amônia no rúmen, de forma que quando se fornece alimentos mais degradáveis, maior será a produção de amônia. Segundo Lobley et al. (1995), a amônia que não é assimilada pelos microrganismos ruminais atravessa a parede do rúmen e é utilizada pelo fígado para produção de uréia. Russell et al. (1992) ressaltaram que a produção excessiva de amônia e sua conseqüente absorção ruminal aumenta a excreção urinária de compostos nitrogenados. Destaca-se então a importância da reciclagem de compostos nitrogenados (N) através do trato digestivo como importante atributo no metabolismo de N dos ruminantes (Lapierre & Lobley, 2001), uma vez que constitui uma forma de conservar N. Em revisão sobre a sincronia dos nutrientes, Hall & Huntington, (2008) destacaram a importância da característica homeostática apresentada pelo organismo animal em trabalhos com dietas que proporcionaram ou não a sincronização de nutrientes no rúmen como sendo um fator determinante sobre os resultados obtidos.

Nesse contexto, Atkinson et al. (2007), sugeriram que a suplementação com fontes de PNDR poderia não somente fornecer ao animal maior aporte de proteína metabolizável, mas também ser utilizada como fonte de N para reciclagem endógena. Segundo os mesmos autores, a produção de uréia no fígado utilizando os aminoácidos oriundos da fonte de PNDR, ocorre de forma mais lenta em comparação à produção que utiliza a amônia que é absorvida pela parede do rúmen. Entretanto após hidrólise da uréia em amônia o N resultante deste processo pode não somente ser incorporado à proteína microbiana no rúmen como pode também ser absorvido no intestino. O N-amoniacal absorvido no intestino pode retornar ao ciclo da ornitina ou ser excretado na urina sob outras formas que não a uréia. Se incorporado à proteína microbiana, o N pode subseqüentemente ser depositado na forma de proteína no corpo animal ou ainda ser excretado na urina e fezes (Wickersham et al., 2008). Dessa forma, ressalta-se que reciclagem de N na forma de uréia para o rúmen representa apenas uma das vias existentes no metabolismo da proteína em ruminantes.

No presente trabalho, ao se utilizar o NRC (1996) em uma simulação para estimar o fluxo de proteína metabolizável proporcionado pelas dietas experimentais, obteve-se médias iguais a 867 g/dia, sendo 36,1% dessa proteína fornecidos pela PNDR, para a dieta com 40% de concentrado e alta PNDR; 719 g/dia, sendo 20,9% dessa proteína fornecidos pela PNDR, para a dieta com 40% de concentrado e baixa PNDR; 827 g/dia, sendo 37,60% dessa proteína fornecidos pela PNDR, para a dieta com 80% de concentrado e alta PNDR; e 707 g/dia, sendo 26,17% dessa proteína fornecidos pela PNDR, para a dieta com 80% de concentrado e baixa PNDR. Em relação à PDR, o NRC (2000) recomenda que essa fração protéica corresponda a, no mínimo, 13% do teor de NDT da dieta. Assim, segundo a recomendação do NRC (2000), baseado nos valores de NDT das dietas (Tabela 6), os valores de PDR deveriam ser iguais a 8,7%; 8,9%; 9,6%; 9,5%, para as dietas com 40% de concentrado e alta PNDR, 40% de concentrado e baixa PNDR, 80% de concentrado e alta PNDR, e 80% de concentrado e baixa PNDR, respectivamente. Contudo, de acordo com o apresentado na Tabela 3, os valores de PDR encontrados neste estudo foram de 6,40%; 9,12%; 6,93%; 9,44% para essas dietas. Verifica-se, portanto, que as dietas contendo alto nível de PNDR apresentaram balanço negativo de PDR. Entretanto, conforme apresentado anteriormente, esse balanço negativo não resultou em diminuição do CMS (Tabela 4) e GMD (Tabela 4) possivelmente devido à reciclagem endógena de N que de acordo com Wickersham et al. (2008), desempenha papel fundamental na suplementação protéica de ruminantes e pode garantir a não redução do desempenho animal.

Não houve influência do nível de PNDR ($P>0,05$) sobre o consumo de nenhum dos componentes da dieta (Tabela 5), fato este que pode ser atribuído à ausência de diferenças entre o CMS.

Foram observadas diferenças ($P<0,05$) entre os níveis de concentrado na dieta para o consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT), consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas (CFDNcp) e consumo de extrato etéreo (CEE) (Tabela 5).

Uma vez que não houve influência ($P>0,05$) do nível de concentrado da dieta sobre o CMS (Tabela 5), a maior quantidade de nutrientes digestíveis totais (NDT) nas dietas de 80% de concentrado, justifica o maior CNDT pelos animais deste tratamento (Tabela 5). Conforme apresentado na Tabela 6, as dietas contendo 80% de concentrado apresentaram teor de NDT 8,5% maior em relação às dietas contendo 40% de

concentrado, o que propiciou CNDT em torno de 25% superior em relação aos animais alimentados com dietas contendo 40% de concentrado.

De forma semelhante, o maior CEE apresentado pelos animais alimentados com dietas contendo 80% de concentrado pode ser atribuído à maior concentração deste nessas dietas (Tabela 3). Conforme apresentado na Tabela 1, somente nas dietas contendo 80% de concentrado foi realizada a inclusão da polpa cítrica, que por sua vez, entre os ingredientes utilizados na formulação dos concentrados, foi o que apresentou o teor mais alto de EE (Tabela 2).

O menor consumo de FDNcp apresentado pelos animais alimentados com dietas contendo 80% de concentrado, pode ser atribuído à conseqüente redução da FDNcp na MS total da ração. Observa-se na Tabela 3, que as dietas contendo 40% de concentrado apresentaram teor de FDNcp 34,4% maior do que as dietas com 80% de concentrado.

Tabela 5 - Médias e coeficientes de variação para os consumos de matéria orgânica (CMO), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (CFDNcp), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF) e nutrientes digestíveis totais (CNDT), de acordo com as dietas experimentais

Item (kg/dia)	40% Concentrado		80% Concentrado		Valor P			CV %
	Alta PNDR	Baixa PNDR	Alta PNDR	Baixa PNDR	NC	PNDR	NC x PNDR	
CMO	7,02	6,88	7,51	6,54	0,9156	0,4594	0,5730	20,5
CFDNcp	3,08	3,01	2,47	2,21	0,0176*	0,5383	0,7176	19,1
CPB	1,01	0,97	1,14	0,98	0,5044	0,3634	0,5782	20,9
CEE	0,20	0,19	0,27	0,24	0,0361	0,3740	0,6173	21,5
CCNF	2,73	2,84	3,63	3,14	0,0989	0,5849	0,3867	21,6
CNDT	4,39	4,29	5,71	5,18	0,0432	0,5312	0,6743	20,0

NC = Nível de concentrado na dieta; PNDR = Nível de proteína não degradável no rúmen; NC x PNDR = interação entre os níveis de concentrado e PNDR na dieta.

Os níveis de PNDR avaliados não influenciaram ($P > 0,05$) a digestibilidade aparente total (Tabela 6). A digestibilidade da MS, MO e da FDNcp manteve-se inalterada, mesmo nas dietas contendo 80% de concentrado e com alta proporção de PNDR, possivelmente em função da reciclagem de N para o rúmen, o que pode ter favorecido condições adequadas para o crescimento da microbiota ruminal, não

prejudicando a digestibilidade destes componentes.

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) do nível de concentrado da dieta sobre a digestibilidade aparente total de todos os componentes da dieta (Tabela 6). O aumento do coeficiente de digestibilidade da MS com o aumento da proporção de concentrado na dieta pode ter ocorrido em virtude do aumento da concentração de carboidratos não fibrosos (CNF) em relação aos carboidratos estruturais, uma vez que a polpa cítrica, utilizada nas dietas com 80% de concentrado, apresentou alto teor de CNF (Tabela 2). Os CNF sofrem maior ação dos microrganismos ruminais sendo mais extensamente degradados no rúmen, o que pode ter resultado em aumentos na digestibilidade da MS.

Diferenças no coeficiente de digestibilidade da FDNcp ocorreram possivelmente em função da qualidade da fibra presente em cada dieta. Conforme exposto na Tabela 1, os alimentos que compuseram a maior parte da FDNcp das dietas foram silagem de milho e a casca de soja. Apesar do nível de inclusão de casca de soja ter sido igual para todos os tratamentos (15% na MS total) a relação casca de soja:silagem de milho apresentou-se mais alta nas dietas com 80% de concentrado. A FDN da casca de soja é rapidamente fermentável (Silva et al.; 2002; Ezequiel et al.; 2004; Mendes et al.; 2006) o que pode ter contribuído para que as dietas com maior nível de concentrado apresentassem melhor coeficiente de digestibilidade da FDNcp (Tabela 6). Além disso, o maior teor de energia das dietas com 80% de concentrado pode ter contribuído para maior crescimento microbiano no rúmen, resultando assim em maior degradação da porção fibrosa da dieta.

A digestibilidade aparente do EE foi maior ($P < 0,05$) para a dieta com maior proporção de concentrado (Tabela 6), o que pode ser explicado pelo maior consumo deste (Tabela 5) e redução relativa da contribuição das perdas endógenas. Os dados deste estudo corroboram os observados por Tibo et al. (2000), que em estudo avaliando diferentes níveis de concentrado (25,0; 37,5; 50,0; 62,5 e 75,0%) na dieta de novilhos cruzados, observaram aumento linear na digestibilidade aparente do EE com o aumento do nível de concentrado na dieta.

Tabela 6 - Médias e coeficientes de variação para as digestibilidades da matéria (DMS), matéria orgânica (DMO), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (DFDNcp), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), carboidratos não fibrosos (DCNF) e para os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas experimentais

Item	40%		80%		Valor P			CV%
	Concentrado		Concentrado		NC	PNDR	NC x PNDR	
	Alta PNDR	Baixa PNDR	Alta PNDR	Baixa PNDR				
DMS	64,13	63,63	71,47	70,25	<0,0001	0,2724	0,6404	2,2
DMO	67,36	67,69	73,99	73,06	<0,0001	0,7202	0,4551	2,3
DFDNcp	64,20	63,91	69,72	67,97	0,0023	0,4274	0,5701	3,7
DPB	64,46	65,22	68,57	69,25	0,0126	0,6121	0,9747	4,1
DEE	82,10	79,64	84,39	85,61	0,0247	0,7076	0,2754	3,9
DCNF	70,74	72,87	77,85	76,36	0,0013	0,8056	0,1801	3,4
NDT	66,93	68,65	73,92	72,95	<0,0001	0,7848	0,0855	2,3

NC = Nível de concentrado na dieta; PNDR = Nível de proteína não degradável no rúmen; NC x PNDR = interação entre os níveis de concentrado e PNDR na dieta.

O nível de concentrado na dieta não influenciou ($P>0,05$) os pesos da carcaça quente e carcaça fria (Tabela 7). Entretanto, foram observadas diferenças significativas ($P<0,05$) para o rendimento de carcaça (RC) fria em relação ao peso corporal (RCFPC) entre os grupos alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta, sendo que os animais que receberam dietas com 80% de concentrado apresentaram rendimento de carcaça 5,2% superior em relação aos animais alimentados com dietas contendo 40% de concentrado (Tabela 7). Contudo, o rendimento de carcaça em relação ao peso corporal sofre grande influência do peso do conteúdo gastrointestinal (CGTI) (Owens et al., 1995; Lawrence & Fowler, 1997), o que possivelmente influenciou os resultados observados, uma vez que houve efeito significativo ($P<0,05$) do nível de concentrado na dieta sobre o CGTI, sendo que os animais alimentados com dietas com maiores proporções de volumoso apresentaram um peso do CGTI 22,7% maior do que os animais alimentados com menores proporções de concentrado (Tabela 8), provavelmente, em função do maior teor de fibra na dieta. Assim, o uso do peso de corpo vazio (PCVZ) como denominador para determinação do rendimento de carcaça, em função da variação dos níveis de concentrado na dieta, parece ser o mais indicado, pois anularia a influência do peso do CGTI. Isso explicaria a não observação de diferenças ($P>0,05$) do rendimento

de carcaça em relação ao peso de corpo vazio (RCPVZ) entre os tratamentos com diferentes níveis de concentrado (Tabela 7).

Houve efeito do nível de concentrado na dieta ($P < 0,05$) sobre a AOL (Tabela 7), onde os animais que receberam dietas com 80% de concentrado apresentaram maior AOL em relação aos animais que receberam dietas com 40% de concentrado.

Após o nascimento, o principal fator responsável pelo crescimento muscular é a hipertrofia das fibras musculares, ou seja, o aumento em tamanho das células presentes no músculo. Os tipos de fibras presentes no músculo podem ser classificados de acordo com a principal fonte de suprimento de energia, em oxidativas e glicolíticas. As fibras glicolíticas apresentam maior tamanho em relação às fibras oxidativas e possuem menor quantidade de mitocôndrias (Judge, 1989). Assim, as fibras glicolíticas tem sua frequência aumentada em situações de maior disponibilidade de energia, o que ocorre quando os animais são alimentados com dietas de alta densidade energética. Segundo Ashmore et al. (1972), o *Longissimus dorsi* é um músculo de sustentação, considerado branco, apresentando maior proporção de fibras glicolíticas. Dessa forma, a maior proporção de fibras glicolíticas no músculo *Longissimus dorsi*, aliado a dieta com alta disponibilidade de energia, pode ser explicação para observação da maior AOL nos animais que receberam dietas com maior proporção de concentrado.

A AOL, representada pela área da seção transversal do músculo *Longissimus dorsi*, é comumente utilizada como uma característica indicadora da composição da carcaça e apresenta correlação positiva com a musculabilidade da mesma (Crouse & Dikeman, 1976). Entretanto, apesar da AOL ser utilizada massivamente nos estudos que avaliam as características e o rendimento de carcaça, os dados encontrados na literatura a respeito do grau de correlação entre essa característica e a musculabilidade da carcaça são variáveis. Galvão et al. (1991), Peron et al. (1995) e Jorge et al. (1997), demonstraram que a AOL tinha correlação muito baixa com a percentagem de músculos na carcaça. No presente trabalho, não foi verificada correlação significativa ($P > 0,18$) entre a AOL e porcentagem de músculo na carcaça ($r = -0,34$), não representando, portanto, um método acurado para predição do grau de musculabilidade.

Segundo Luchiarri Filho (1986), a nutrição é provavelmente o fator que mais afeta a composição da carcaça, pois é altamente correlacionada à quantidade de gordura corporal. Animais alimentados com dietas contendo alto teor de energia apresentam percentagem menor de músculos e maior de gordura que aqueles alimentados com dietas de baixo teor de energia (Andersen & Ingvarsten, 1984ab). Dessa forma, no

presente trabalho, seria esperado que os animais alimentados com dietas contendo 80% de concentrado apresentassem maior EGS em relação aos animais alimentados com dietas contendo 40% de concentrado. Entretanto, não houve influência do nível de concentrado ($P>0,05$) sobre a EGS (Tabela 7). Contudo, deve-se salientar que, independente do nível de oferta de concentrado na dieta, todos os animais obtiveram cobertura de gordura na carcaça acima do limite mínimo recomendado (3,0 mm) podendo-se concluir que para fêmeas bovinas de corte em confinamento, o nível de 40% de concentrado na dieta seria suficiente para produzir carcaças com grau de acabamento que atendam às exigências de mercado.

A quebra por resfriamento, calculada pela relação entre o peso de carcaça quente e carcaça fria, antes e após o resfriamento, respectivamente, não foi influenciada ($P>0,05$) pelos níveis de concentrado e PNDR da dieta (Tabela 7). Segundo Müller (1987), menores índices de quebra são verificados em carcaças com maior grau de acabamento, uma vez que a espessura de gordura funciona como isolante, evitando as perdas por desidratação. Assim, a não observação de diferenças para quebra ao resfriamento pode ser atribuída ao fato de que todas as carcaças apresentaram o mesmo grau de acabamento, avaliado pela EGS (Tabela 7).

Tabela 7 - Médias e coeficientes de variação para o peso de carcaça quente (PCQ), peso de carcaça fria (PCF), quebra por resfriamento (QRES), rendimento de carcaça fria em relação ao peso corporal (RCFPC), rendimento de carcaça fria em relação ao peso de corpo vazio (RCPVZ), espessura de gordura subcutânea (EGS) e área de olho de lombo (AOL) e área de olho de lombo por 100kg de carcaça (AOL, cm²/100kg), de acordo com os tratamentos experimentais

Item	40%		80%		Valor P			CV%
	Concentrado		Concentrado		NC	PNDR	NC x PNDR	
	Alta PNDR	Baixa PNDR	Alta PNDR	Baixa PNDR				
PCQ, kg	193,79	187,46	213,15	200,45	0,1290	0,3566	0,7536	10,0
PCF, kg	186,40	182,86	208,10	195,84	0,1111	0,4484	0,6728	10,4
QRES, %	3,96	2,43	2,32	2,33	0,3777	0,4365	0,4321	68,5
RCFPC, %	52,03	52,63	54,55	55,57	0,0172	0,4283	0,8391	3,7
RCPVZ, kg	59,07	60,39	60,20	62,32	0,2909	0,1686	0,6115	3,6
EGS, mm	5,35	4,77	5,84	5,11	0,7490	0,6153	0,9535	47,8
AOL, cm ²	53,77	51,92	58,34	59,18	0,0472	0,8517	0,6234	9,6
AOL, cm ² /100kg	28,42	29,00	30,54	28,21	0,7038	0,6176	0,4112	11,74

NC = Nível de concentrado na dieta; PNDR = Nível de proteína não degradável no rúmen; NC x PNDR = interação entre os níveis de concentrado e PNDR na dieta.

Os níveis de PNDR avaliados não alteraram ($P>0,05$) as características de carcaça (Tabela 7), ganho médio de músculo (GMUSC), ganho médio de gordura (GGORD), eficiência de deposição de carcaça (EDC) e a composição físico-química da carcaça e do ganho de carcaça (Tabela 8).

Em sistemas de produção de bovinos de corte de alto desempenho, a proteína microbiana produzida no rúmen e que atinge o intestino delgado pode ser insuficiente para atender as necessidades de proteína metabolizável do animal (NRC, 1996). Assim, ocorre aumento no requerimento de proteína dietética que escapa da fermentação ruminal e que possa ser digerida no intestino, desde que não haja comprometimento da síntese microbiana no rúmen. Entretanto, não apenas a quantidade de proteína microbiana e de proteína alimentar que escapa da fermentação ruminal são importantes, mas também a qualidade dessa última. A qualidade das fontes protéicas ricas em PNDR pode ser avaliada quanto ao teor dos aminoácidos essenciais (AAE) mais limitantes

(lisina e metionina) em relação ao total de AAE e que os valores geralmente considerados como sendo ideais são, em média, 15% de lisina e 5% de metionina (Santos, 2006).

Os ganhos de músculo e proteína na carcaça, reflexo do acréscimo das proteínas musculares são o saldo líquido entre a síntese e a degradação protéica, que são processos que ocorrem de forma simultânea e contínua, sendo influenciados por diversos fatores, dentre os quais o aporte nutricional (Martinez et al., 1984). Dessa forma, baseado no que foi exposto anteriormente, a fonte de PNDR utilizada nesse experimento pode não ter atendido suficientemente as exigências de AAE que chegam ao intestino, não aumentando conseqüentemente a deposição de tecido muscular e proteína na carcaça, sendo uma possível razão pela qual não foi observado efeito do nível de PNDR sobre essa característica (Tabela 8), uma vez que a fonte principal de PNDR utilizada foi o glúten de milho que apresenta desbalanceamento dos aminoácidos metionina e lisina (NRC, 1996).

Apesar da participação da gordura na carcaça ser diferente do seu conteúdo de extrato etéreo, uma vez que, segundo Sainz & Hastings (2000), o tecido adiposo é constituído de diferentes tipos celulares, predominantemente por adipócitos, enquanto extrato etéreo representa a gordura que foi removida dos tecidos por solventes orgânicos, existe uma forte associação entre essas duas variáveis (Paulino, 2006). Dessa forma, seria esperado que os animais que receberam maiores proporções de PNDR na dieta, apresentassem maior deposição de gordura e, conseqüentemente de extrato etéreo na carcaça em função de prováveis aumentos na concentração de insulina no soro sanguíneo. Todavia, conforme apresentado na Tabela 7, a ausência de diferenças observadas quanto à EGS entre os níveis de PNDR pode ser a razão pela qual não foram observadas diferenças no teor de extrato etéreo da carcaça (Tabela 8). A resposta da insulina à PNDR parece variar de acordo com a idade e nível de produção do animal, e o tempo de suplementação ao qual este é submetido (Kane et al., 2004). Willey et al. (1991) e Lalman et al. (1993), relataram que novilhas pré-púberes apresentaram aumentos na concentração de insulina no soro sanguíneo somente após 125 dias de suplementação. Assim, além do balanço aminoacídico inadequado apresentado pelo glúten de milho, o tempo de suplementação implementado no presente trabalho (112 dias) pode ter sido insuficiente para que ocorressem aumentos significativos na concentração de insulina no soro sanguíneo necessários para causar incrementos na deposição de músculo e gordura da carcaça.

Apesar da diferença existente para o consumo de NDT entre os animais alimentados com diferentes proporções de concentrado na dieta (Tabela 5), não houve efeito significativo ($P>0,05$) do nível de concentrado na dieta sobre a composição físico-química da carcaça (Tabela 8). Nota-se, portanto, que a dieta contendo 40% de concentrado forneceu nutrientes suficientes para que as novilhas obtivessem o mesmo crescimento com a mesma composição das novilhas alimentadas com dietas contendo 80% de concentrado. Estes dados encontram-se de acordo com os observados por Jesse et al. (1976), que também não observaram nenhum efeito do nível de energia na dieta sobre a composição da carcaça de bovinos de corte.

Em relação à composição física do ganho de carcaça, as novilhas alimentadas com dietas contendo 40% de concentrado apresentaram maior ganho de ossos ($P<0,05$) em relação às novilhas que receberam dietas contendo 80% de concentrado (Tabela 8). Entretanto, não houve diferenças significativas ($P>0,05$) quanto ao ganho de músculo e gordura entre as dietas com diferentes níveis de concentrado (Tabela 8). De forma semelhante, a composição química do ganho de carcaça também não foi alterada ($P>0,05$) pelos diferentes níveis de concentrado na dieta (Tabela 8). Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Guenther et al. (1965), que observaram ganhos semelhantes de gordura e músculo em bovinos de mesma origem, submetidos a planos nutricionais diferentes.

Tabelas 8 - Médias e coeficientes de variação do peso do conteúdo gastrintestinal (CGT), ganho médio de músculo (GMU), ganho médio de gordura (GGO), eficiência de deposição da carcaça (EDC) e da composição física e química da carcaça e do ganho de carcaça de acordo com os tratamentos experimentais

Item	40%		80%		Valor P			CV%
	Concentrado		Concentrado		NC	PNDR	NC x PNDR	
	Alta PNDR	Baixa PNDR	Alta PNDR	Baixa PNDR				
CGT, kg	42,84	44,95	36,00	31,20	0,0436	0,7764	0,4705	22,6
GMU, g/dia	365,25	229,01	277,90	299,82	0,8274	0,1492	0,0544	25,3
GGO, g/dia	238,01	235,73	353,18	237,40	0,3367	0,3319	0,3502	43,9
EDC	11,74	14,92	12,99	12,65	0,6745	0,2508	0,1613	18,0
Composição física da carcaça								
% Músculo	64,34	63,26	59,91	63,64	0,3515	0,5374	0,2727	6,7
% Gordura	21,03	22,58	23,48	20,74	0,8447	0,7092	0,1931	14,2
% Ossos	14,63	14,16	16,61	15,61	0,1707	0,5441	0,8252	15,5
Composição química da carcaça								
% Água	54,03	52,27	52,14	53,95	0,9469	0,9865	0,2654	5,7
% Proteína	25,00	24,64	24,90	24,49	0,8326	0,5019	0,9665	4,5
% EE	13,69	15,14	15,25	13,85	0,8918	0,9817	0,1851	14,0
% Cinzas	7,29	7,94	7,70	7,70	0,8390	0,4488	0,4590	11,0
Composição física do ganho de carcaça								
% Músculo	56,91	45,46	45,60	55,33	0,9050	0,8867	0,0990	23,3
% Gordura	37,79	48,95	51,90	42,51	0,5559	0,8904	0,1307	28,0
% Ossos	5,30	5,58	2,50	2,16	0,0243	0,9814	0,8024	62,1
Composição química do ganho de carcaça								
% Água	45,75	40,74	37,46	43,55	0,5157	0,8975	0,2101	19,5
% Proteína	29,75	29,58	30,02	29,31	0,9987	0,7761	0,8618	10,1
% EE	21,72	25,57	27,97	24,15	0,3720	0,9955	0,1659	20,9
% Cinzas	2,88	4,30	4,79	3,11	0,7405	0,9064	0,1695	56,3

NC = Nível de concentrado na dieta; PNDR = Nível de proteína não degradável no rúmen; NC x PNDR = interação entre os níveis de concentrado e PNDR na dieta.

Não foi detectado efeito ($P>0,05$) do nível de PNDR e concentrado na dieta sobre o rendimento de cortes comerciais (Tabela 9).

O grau de rendimento de cortes cárneos desossados e aparados do excesso de gordura é uma estimativa da quantidade de carne comercializável ou da porção comestível de uma carcaça. É desejável que uma carcaça apresente 45 a 50% de traseiro especial, 38 a 43% de dianteiro com cinco costelas e 12 a 16% de ponta de agulha (Luchiari Filho, 2000). Assim, percebe-se que neste estudo, os animais produziram

carcaças com rendimento dos cortes comerciais dentro das recomendações da indústria frigorífica (Tabela 9). Entretanto, ressalta-se que nos valores de rendimento de dianteiro apresentados na Tabela 9, estão embutidos os rendimentos de ponta de agulha, justificando assim a superioridade destes valores em relação à recomendação citada anteriormente.

Tabelas 9 - Médias e coeficientes de variação para o rendimento de acém (RACE), paleta (RPAL), alcatra (RALC), dianteiro (RDIA), coxão (RCOX), traseiro especial (RTRA) e ponta-de-agulha (RPAG) de acordo com os tratamentos experimentais

Item	40%		80%		Valor P			CV%
	Concentrado		Concentrado		NC	PNDR	NC x PNDR	
	Alta PNDR	Baixa PNDR	Alta PNDR	Baixa PNDR				
RACE, %	21,22	22,02	22,37	21,23	0,7736	0,7916	0,1459	5,7
RPAL, %	18,31	17,39	16,93	16,66	0,3025	0,1954	0,4743	5,0
RPAG, %	13,42	13,78	14,41	14,23	0,3583	0,9084	0,7305	10,8
RALC, %	19,73	19,37	19,53	20,04	0,6834	0,8938	0,4531	5,7
RCOX, %	27,33	27,43	26,76	27,84	0,8781	0,2884	0,3809	3,9
RDIA, %	52,94	53,19	53,71	52,12	0,8401	0,3735	0,2288	2,7
RTRA, %	47,06	46,80	46,28	47,88	0,8401	0,3735	0,2288	3,1

NC = Nível de concentrado na dieta; PNDR = Nível de proteína não degradável no rúmen; NC x PNDR = interação entre os níveis de concentrado e PNDR na dieta.

Não houve efeito significativo ($P>0,05$) do nível de concentrado e de PNDR na dieta sobre as perdas de exudato da carne (Tabela 10). Este fato pode ter ocorrido em função da ausência de efeito dos tratamentos experimentais ($P>0,05$) sobre o pH final da carcaça (Tabela 10), uma vez que as proteínas sarcoplasmáticas que são responsáveis por grande parte da capacidade de retenção de água da carne são afetadas pela queda do pH *post mortem*.

Não houve efeito do nível de PNDR e concentrado na dieta ($P>0,05$) sobre a força de cisalhamento (FC) e sobre o índice de fragmentação miofibrilar (IFM) da carne (Tabela 10).

Segundo Hopkins et al. (2000), o IFM reflete a intensidade da proteólise das miofibrilas e pode prever mais de 50% da variação da maciez da carne mostrando-se altamente correlacionado com índices de maciez tais como a FC. O IFM apresenta uma

relação inversa com a FC, pois à medida que se aumentam os valores de IFM, diminuem-se os valores obtidos para FC (Koochmarie, 1990). Entretanto, no presente trabalho a correlação entre essas duas características ($r = -0,20$) não foi significativa ($P > 0,46$), possivelmente, devido à ausência de efeito dos tratamentos sobre essas, fazendo com que a variação dos valores obtidos não fosse suficiente para que se observasse a correlação.

Culler (1978) relatou que valores de IFM acima de 60% caracterizam carne muito macia, valores entre 60 e 50% maciez moderada e valores abaixo de 50% ausência de maciez. Nesse estudo, a carne dos animais apresentou valor médio para IFM igual a 54,31%, sendo, portanto, classificada como carne de maciez moderada. Entretanto, com relação à FC, o valor médio obtido foi igual a 5,55 kgf, estando acima do limite máximo para que, segundo Shackelford (1991), a carne seja caracterizada como macia (4,5 kgf). A divergência encontrada quanto à classificação da maciez da carne pelo IFM e pela FC torna evidente a não correlação entre essas características neste trabalho.

Aproximadamente 65% da variação na maciez é devido à genética e 35% devido a fatores ambientais (Shackelford et al., 1994), sendo que a maioria das diferenças relatadas quanto a palatabilidade da carne concentram-se na raça do animal, em especial os animais que possuem genótipo *Bos indicus*. Morgan et al. (1991) afirmaram que em regiões onde existe maior proporção de animais *Bos indicus*, como no caso do Brasil, os valores para FC são maiores e mais variáveis. O'Connor et al. (1997) em revisão sobre os efeitos de raça sobre a maciez da carne, sugeriram que os cruzamentos com mais de 25% de raças zebuínas em sua composição podem ter a maciez da carne comprometida, sendo essa uma possível explicação para os valores de FC observados neste estudo..

Segundo Liu et al. (2003) a idade do animal, sexo, nível de estresse pré-abate, queda de pH durante o estabelecimento do rigor mortis, estimulação elétrica da carcaça após o abate, grau de acabamento e a maturação são os principais fatores que interferem na maciez e, conseqüentemente na qualidade da carne. Sendo assim, percebe-se que a grande influência do plano nutricional sobre a maciez da carne é dada de forma indireta principalmente através da redução da idade ao abate, o que favorece uma maior solubilidade do colágeno presente no músculo, e do grau de acabamento da carcaça, que evita o encurtamento das fibras musculares pelo frio. No presente trabalho os animais foram contemporâneos, mestiços e de mesmo sexo. Além disso, conforme apresentado na Tabela 7, os animais apresentaram acabamento de carcaça similar, avaliado pela

espessura de gordura subcutânea. Assim, pode-se inferir que a ausência de diferenças para o IFM e FC da carne dos animais desse estudo se deu em virtude da ausência de diferenças dos fatores citados anteriormente.

Tabela 10 - Médias e coeficiente de variação do pH final da carcaça (pH_f), perdas por descongelamento (PDES), gotejamento (PGOT), evaporação (PEVA), cocção (PCOC) e totais (PTOT), força de cisalhamento (FC) e índice de fragmentação miofibrilar (IFM) da carne dos animais, de acordo com os tratamentos experimentais

Item	40%		80%		Valor P			CV%
	Concentrado		Concentrado		NC	PNDR	NC x PNDR	
	Alta PNDR	Baixa PNDR	Alta PNDR	Baixa PNDR				
pH _f	5,81	5,75	5,81	5,85	0,5319	0,9127	0,6046	3,1
PDES, %	4,48	3,70	4,21	4,27	0,9108	0,7887	0,7501	61,4
PGOT, %	2,62	1,54	2,32	2,56	0,6634	0,6075	0,4244	72,8
PEVA, %	32,70	29,93	32,23	32,50	0,5277	0,4547	0,3659	10,1
PCOC, %	35,33	31,48	34,55	35,06	0,4558	0,3777	0,2544	10,7
PTOT, %	38,19	37,23	34,03	37,82	0,4391	0,5366	0,3066	12,1
FC, kgf	5,03	5,35	6,36	5,53	0,1707	0,6425	0,2982	18,9
IFM, %	54,29	53,95	55,06	53,99	0,8504	0,7433	0,8640	7,8

NC = Nível de concentrado na dieta; PNDR = Nível de proteína não degradável no rúmen; NC x PNDR = interação entre os níveis de concentrado e PNDR na dieta.

Não houve efeito significativo ($P>0,05$) do nível de PNDR na dieta sobre o teor de umidade, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas da carne (Tabela 11). Estes dados corroboram os observados por Cervieri et al. (2001) que ao estudarem a influência da adição de fontes protéicas de diferentes degradabilidades na dieta de bovinos confinados, também não observaram diferenças quanto aos teores de umidade, proteína e extrato etéreo do músculo LD.

O nível de concentrado na dieta também não influenciou significativamente ($P>0,05$) os teores de água, proteína bruta e extrato etéreo do músculo LD (Tabela 11). Entretanto, os animais alimentados com dietas contendo 80% de concentrado apresentaram teor de cinzas no músculo LD 17,5% maior ($P<0,05$) em relação aos animais alimentados com dietas contendo 40% de concentrado (Tabela 11).

Tabela 11 – Composição centesimal do músculo *Longissimus dorsi*, de acordo com os tratamentos experimentais

Item (%)	40%		80%		Valor P			CV%
	Concentrado		Concentrado		NC	PNDR	NC x PNDR	
	Alta PNDR	Baixa PNDR	Alta PNDR	Baixa PNDR				
Água	68,03	68,49	65,36	68,06	0,1021	0,0968	0,2259	2,60
Proteína bruta	25,68	25,15	27,75	26,11	0,1158	0,2486	0,5475	6,85
Extrato Etéreo	4,69	4,76	4,85	1,72	0,7863	0,7171	0,6600	39,37
Cinzas	1,60	1,59	2,03	4,10	0,0151*	0,1447	0,1507	11,52

NC = Nível de concentrado na dieta; PNDR = Nível de proteína não degradável no rúmen; NC x PNDR = interação entre os níveis de concentrado e PNDR na dieta.

O grau de marmorização, representado pelo teor de extrato etéreo presente no músculo LD dos animais do presente trabalho apresentaram-se acima do valor sugerido para proporcionar um maior sabor e suculência à carne, que, segundo Cervieri et al. (2001) deveria ser próximo à 4%.

CONCLUSÃO

O aumento do fornecimento de PNDR na dieta não promove melhorias dos aspectos qualitativos da carcaça e da carne de novilhas mestiças confinadas, embora tenha promovido aumento do ganho de peso dos animais. Além disso, interação entre o nível de PNDR e de oferta de concentrado, não é importante para as principais características de desempenho, consumo, digestibilidade, composição da carcaça e características da carne de novilhas mestiças confinadas.

LITERATURA CITADA

- ANDERSEN, H.R.; INGVARTSEN, K.L. The influence of energy-level, weight at slaughter and castration on carcass quality in cattle. **Livestock Production Science**, v.11, n.6, p.571-586, 1984a.
- ANDERSEN, H.R.; INGVARTSEN, K.L. The influence of energy-level, weight at slaughter and castration on growth and feed-efficiency in cattle. **Livestock Production Science**, v.11, n.6, p.559-569, 1984b.
- ASHMORE, C. R.; THOMPCKINS, G.; DOERR., L. Postnatal development of muscle fiber types in domestic animals. **Journal of Animal Science**, v.34, n.1, p.37-41, 1972.
- ATKINSON, R.L.; TOONE, C.D.; LUDDEN, P.A. Effects of supplemental ruminally degradable protein versus increasing amounts of supplemental ruminally undegradable protein on site and extent of digestion and ruminal characteristics in lambs fed low-quality forage. **Journal of Animal Science**, v.85, n.12, p.3322-3330, 2007.
- ATKINSON, R.L.; TOONE, C.D.; ROBINSON, D.L. et al. Effects of supplemental ruminally degradable protein versus increasing amounts of supplemental ruminally undegradable protein on nitrogen retention, apparent digestibility, and nutrient flux across visceral tissues in lambs fed low-quality forage. **Journal of Animal Science**, v.85, n.12, p.3331-3339, 2007.
- BALDWIN, R.L. **Modeling ruminant digestion and metabolism**. London: Chapman and Hall, 1995. 592p.
- BRODERICK, G.A.; WALLACE, R.J.; ORSKOV, E.R. Control of rate and extent of protein degradation. In: TSUDA, T., SASAKI, Y., KAWASHIMA, R. (Ed.) **Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants**. New York: Academic Press, p.542-592, 1991.
- CALDAS NETO, S.F.; ZEOULA, L.M.; KAZAMA, R. et al. Proteína degradável no rúmen associada a fontes de amido de alta ou baixa degradabilidade: digestibilidade *in vitro* e desempenho de novilhos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.452-460, 2007.
- CALSAMIGLIA, S.; STERN, M.D. A three step in vitro procedure for estimating intestinal digestion of protein in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.73, n.5, p.1459-1465, 1995.
- CASALI, A. O; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n.2, p. 335-342, 2008

- CARDOSO, R.C.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C. et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de rações contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos F1 Limousin x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1832-1843, 2000.
- CERVIERI, R.C.; ARRIGONI, M.B.; OLIVEIRA, H.N. et al. Desempenho e características de carcaça de bezerros confinados recebendo dietas com diferentes degradabilidade da fração protéica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1590-1599, 2001.
- CHURCH, D.C. **The animal digestive physiology and nutrition**. New Jersey: Prentice Hall, 1988. 386 p.
- COCHRAN, R.C.; ADAM, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, n.5, p.1476-1483, 1986.
- CROUSE, J.D.; DIKEMAN, M.E. Determinates of retail product of carcass beef. **Journal of Animal Science**, v.42, n.3, p.584-591, 1976.
- CULLER, R.D. et al. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical physical and sensory characteristics of bovine *Longissimus* muscle. **Journal of Food Science**, v.43, n.4, p.1177-1180, 1978.
- EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L.; MENDES, A.R. et al. Desempenho e características de carcaça de bovinos da raça Nelore alimentados com diferentes fontes energéticas, em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41.; 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004 (CD-ROM). Nutrição de Ruminantes 251.
- FELÍCIO, P.E. Fatores ante e post mortem que influenciam na qualidade da carne bovina. In: **Produção do novilho de corte**. Piracicaba: FEALQ, p.79-97. 1997.
- GALVAO, J.G.; FONTES, C.A.A.; PIRES, C.C. et al. Características e composição física da carcaça de bovinos não castrados, abatidos em três estádios de maturidade (estudo II) de três grupos raciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.5, p.502-512, 1991.
- GORNALL, A.G.; BARDAWILL, C.L.; DAVID, M.M. Determination of serum protein by means of the biuret reaction. **Journal of Biology and Chemistry**, v.177, n.2, p.751-766, 1949.
- HALL, M.B.; HUNTINGTON, G.B. Nutrient synchrony: Sound in theory, elusive in practice. **Journal of Animal Science**, v.86, n.2, p.287-292, 2008.
- HALL, M.B. Pectin: The structural non structural carbohydrate. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 1994, Rochester, NY. **Proceedings...** Rochester, NY: Cornell University Press, 1994. p.28-36.

- HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content f feeds that contain non-protein nitrogen**. Gainesville: University of Florida, 2000. P.A-25 (Bulletin, 339).
- HOPKINS, D. L.; LITTLEFIELD, P. J.; THOMPSON, J. M. A research note on factors affecting the determination of myofibrillar fragmentation. **Meat Science**, v.56, n.1, p.19-22, 2000.
- JESSE, G.W.; THOMPSON, G.B; CLARCK, J.L. et al. Effects of ration energy and slaughter weight on composition of empty body and carcass gain of beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.43, n.2, p.418-425, 1976.
- JORGE, A.M.; FONTES, C.A.A.; SOARES, J.E. et al. Características quantitativas da carcaça de bovinos e bubalinos, abatidos em diferentes estádios de maturidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.5, p.1039-1047, 1997.
- JUDGE, M. D.; ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; et al. **Principles of meat science**. 2nd ed. Dubuque: Kendall Hunt, 1989. 351p.
- KANE, K.K.; HAWKINS, D.E.; PULSIPHER, D.J. et al. Effect of increasing levels of undegradable intake protein on metabolic and endocrine factors in estrous cycling beef heifers. **Journal of Animal Science**, v.82, n.1, p.283-291.
- KIM, K. H., Y.-G. Oh, J.-J. CHOUNG, Y.G.O.J.J.; Chamberlain, D.G. Effects of varying the degree of synchrony of energy and nitrogen release in the rumen on the synthesis of microbial protein in cattle consuming grass silage. **Journal of Science of Food and Agriculture**, v.79, n.6, p.833-838, 1999.
- KOOMARAIE, M. Inhibition of postmortem tenderization in ovine carcasses through infusion of zinc. **Journal of Animal Science**, v.68, n.5, p.1476-83, 1990.
- LALMAN, D.L.; PETERSEN, M.K.; ANSOTEGUI, M.W. et al. The effects of ruminally undegradable protein, propionic acid, and monensin on puberty and pregnancy in beef heifers. **Journal of Animal Science**, v.71, n.11, p.2843-2852, 1993.
- LAPIERRE, H.; LOBLEY, G.E. Nitrogen recycling in the ruminant: a review. **Journal of Dairy Science**, v.84, n.1, p.223-236, 2001.
- LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. 1997. **Growth of farm animals**. London: Cambridge University. 330p.
- LAWRIE, R.A. **Ciência de la carne**. Zaragoza: Acribia, 1970. 342p.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.
- LIU, Y.; LYON, B.G.; WINDHAM, W.R. et al. Prediction of color, texture, and sensory characteristics of beef steaks by visible and near infrared reflectance spectroscopy. A feasibility study. **Meat Science**, v.65, n.3, p.1107-1115, 2003.

- LOBLEY, G.E.; CONNEL, A.; LOMAX, M.A. et al. Hepatic detoxification of ammonia in the ovine liver: possible consequences for amino acid catabolism. **British Journal of Nutrition**, v.73, n.5, p.667-685, 1995.
- LUCHIARI FILHO, A. **Characterization and prediction of carcass cut ability traits of zebu and crossbreed types of cattle produced in southeast Brazil**. Manhattan: Kansas State University, 1986. 89p. Thesis (Doctor of Philosophy) - Kansas State University, 1986.
- LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1.ed. São Paulo: R.Vieira Gráfica & Editora Ltda, 2000. 134p.
- MARTINEZ, J.A.; BUTTER, P.J.; PEARSON, J.T. The mode of action of anabolic agents: the effect of testosterone on muscle protein metabolism in the female rat. **British Journal of Nutrition**, v.52, n.3, p.515-521, 1984.
- MENDES, A.R.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L. et al. Cinética digestiva e eficiência de síntese de proteína microbiana em novilhos alimentados com farelo de girassol e diferentes fontes energéticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.264-274, 2006.
- MERTENS, D.R. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. In: INFORMATIONAL CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGES INDUSTRIES, 1996. **Proceedings...** US Dairy Forage Resource Center, 1996. p.81-91.
- MERTENS, D.R. Using neutral detergent fiber to formulate dairy rations and estimate the net energy content of feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE, 1983, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1983. p.60-68.
- MORGAN, J. B.; SAVELL, J. W.; HALE, D. S.; et al. National beef tenderness survey. **Journal of Animal Science**, v.69, n.8, p.3274-3283, 1991.
- MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos**. 2 ed. Santa Maria:UFSM, 1987. 31p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington, D.C.: National Academic Press, 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2000. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. Washington, D.C. National Academy Press, 381p. 2001.
- O'CONNOR, S. F.; TATUM, J. D.; WULF, D. M. et al. Genetic effects on beef tenderness in *Bos indicus* composite and *Bos taurus* cattle. **Journal of Animal Science**, v.75, n.7, p. 1822-1830, 1997.

- OLIVEIRA, R.L.; PEREIRA, J.C.; JUNIOR, D.N. et al. Consumo, digestibilidade e N-urético plasmático em novilhas que receberam suplementos com diferentes níveis de proteína não-degradável no rúmen. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.3, p.563-577, 2008.
- OWENS, F.N., GILL, D.R., DAVID S.S. et al. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, n.10, p.3152-3172, 1995.
- PAULINO, P.V.R. **Desempenho, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 167p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade federal de Viçosa, 2006.
- PEREIRA, D.H.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e desempenho de bovinos de corte recebendo silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e diferentes proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.282-291, 2006.
- PERON, A.J.; FONTES, C.A.A.F.; LANA, R.P. et al. Medidas quantitativas e proporções de músculos, tecido adiposo e ossos da carcaça de novilhos de cinco grupos genéticos, submetidos à alimentação restrita e “Ad libitum”. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.1, p.126-137, 1995.
- PERRY, T.W.; CECAVA, M.J. **Beef cattle feeding and nutrition**. 2th. ed. California: Academic Press, San Diego, 1995. 389 p.
- RUSSELL, J.B.; O’CONNOR, J.D.; FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I – Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3561, 1992.
- SAINZ, R.D.; HASTING, E. Simulation of the development of adipose tissue in beef cattle. In: McNAMARA, J.P.; FRANCE, J.; BEEVER, D.E. (Eds.). **Modeling nutrient utilization in farm animals**. 1.ed. New York: CAB International, 2000. p.175-182.
- SANTOS, F.P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T.T.; PIREZ, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds.) **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: [s.n], 2006. 583p.
- SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M.; CUNDIFF, L.V. et al. Heritabilities and phenotypic and genetic correlations for bovine post rigor calapstatin activity, intramuscular fat content, Warner-Bratzler shear force, retail product yield and growth rate. **Journal of Animal Science**, v.72, n.4, p.857-863, 1994.
- SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M.; MILLER, M.F. et al. An evaluation of tenderness of the longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. **Journal of Animal Science**, v.69, n.1, p.171-177, 1991.
- SHAIN, D.H.; STOCK, R.A.; KLOPFENSTEIN, T.J.; et al. Effect of degradable intake protein level on finishing cattle performance and ruminal metabolism. **Journal of Animal Science**, v.76, n.1, p.242-248, 1998.

- SILVA, L.D.F.; EZEQUIEL, J.M.B.; AZEVEDO, P.S. et al. Digestão total e parcial de alguns componentes de dietas contendo diferentes níveis de casca de soja e fontes de nitrogênio, em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1258- 68, 2002.
- SILVA D.J., QUEIROZ A.C. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa: Editora UFV, 2002. 235p.
- SINDT, M.H.; STOCK, R.; KLOPFENSTEIN, T.J.; et al. Protein sources for finishing calves as affected by management system. **Journal of Animal Science**, v.71, n.4, p.1047-1056, 1993.
- SNIFFEN,C.J.; ROBINSON, P.H. Microbial growth and flow as influenced by dietary manipulation. **Journal of Dairy Science**, v.70, n.1, p.425-441, 1987.
- SWENSON, M.J.; REECE, W.O. **Dukes: Fisiologia dos Animais Domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. 856 p.
- TIBO, G.C.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Níveis de concentrado em dietas de novilhos mestiços F1 Simental x Nelore. 1. Consumo e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.910-920, 2000.
- VALADARES FILHO, S.C. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta, em bovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES. **Anais ...** Viçosa: UFV, 1995. p.355-388.
- VALKENERS, D., A. THÉWIS, F. PIRON. et al. Effect of imbalance between energy and nitrogen supplies on microbial protein synthesis and nitrogen metabolism in growing double- muscled Belgian Blue bulls. **Journal of Animal Science**, v.82, n.6, p.1818–1825. 2004.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Animal Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VISEK, W.J. Ammonia metabolism, urea cycle capacity and their biochemical assessment. **Nutrition Review**. v.37, n.9, p.273-282, 1979.
- WHEELER, T.L.; SCHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M. **Shear force procedures for meat tenderness measurement**. Clay Center: Roman L. Hruska U.S. MARC. USDA, 2001. 7p.
- WILLEY, J.S., PETERSEN, M.K., ANSOTEGUI, R.P., BELLOWS, R.A. Production from first-calf beef heifers fed a maintenance or low level of prepartum nutrition and ruminally undegradable or degradable protein postpartum. **Journal of Animal Science**, v. 69, n.11, p.4279-4293, 1991.

Influência da maturidade fisiológica sobre parâmetros qualitativos da carcaça e da carne bovina

Resumo: Objetivou-se neste trabalho avaliar as características de carcaça e a qualidade da carne de bovinos em diferentes estádios de maturidade fisiológica, avaliada através da contagem do número de dentes incisivos permanentes (d.i.p.) na arcada dentária. Foram utilizados 63 animais da raça Nelore, todos machos não castrados, criados a pasto e selecionados em frigorífico comercial. As carcaças selecionadas foram agrupadas em quatro categorias de acordo com o número de d.i.p presentes na arcada dentária (2, 4, 6 e 8 d.i.p.). Após o resfriamento, as carcaças foram pesadas e realizou-se a mensuração do pH, área de olho de lombo (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS). Em seguida foram coletadas amostras do músculo *Longissimus*, entre a 9^a e 11^a costelas para realização das análises de qualidade de carne. Houve efeito ($P < 0,05$) da maturidade sobre a AOL, peso e EGS da carcaça, sendo observado incremento nessas características com o aumento do número de d.i.p dos animais. Não houve efeito da maturidade ($P > 0,05$) sobre o pH final da carcaça sendo o valor médio encontrado para essa característica igual a 6,4. Em relação às perdas da carne, à exceção das perdas por descongelamento e gotejamento, não foram detectadas diferenças ($P > 0,05$) entre os grupos de dentição. Quanto à composição centesimal do músculo *Longissimus*, houve efeito da maturidade ($P < 0,05$) sobre o teor de água e extrato etéreo, não sendo observadas alterações ($P > 0,05$) nos teores de proteína e cinzas. Os valores de luminosidade (L^*) e intensidade de vermelho (a^*) da carne não diferiram ($P > 0,05$) entre os grupos de dentição. Entretanto, verificou-se efeito da maturidade ($P < 0,05$) quanto à intensidade de amarelo (b^*). A força de cisalhamento (FC), índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e teor de colágeno solúvel foram influenciados ($P < 0,05$) pela maturidade sendo observado o aumento da FC e redução nos valores de IFM e colágeno solúvel com o aumento do número de d.i.p. Conclui-se que a maturidade fisiológica, avaliada pela análise da arcada dentária, influencia as características de carcaça e os principais parâmetros qualitativos da carne de bovinos Nelore. Conclui-se ainda que para animais zebuínos inteiros, abatidos em frigorífico comercial, a carne pode ser considerada com maciez aceitável nos animais com até 4 dentes incisivos permanentes, ou seja, animais de até 36 meses, aproximadamente.

Palavras Chave: Bovinos, colágeno, dentição, maciez, maturidade fisiológica, Nelore.

Influence of physiological maturity on beef carcass yield and meat quality parameters

Abstract – This experiment were conducted to evaluate the beef carcass traits and meat quality of cattle differing in numbers of permanent incisors. Sixty-three Nellore bulls, non-castrated, all from the same farm and grown on pasture, were used. The animals were selected at a large commercial beef plant. Immediately after the slaughter, the numbers of incisors were recorded after a visual examination by looking directly at the teeth and the carcasses were grouped in four categories according to teeth maturity (two, four, six or eight permanent incisors). After 24-h chill, data of carcass weight, pH, rib eye area (REA) and 12th rib fat thickness were collected. After carcass data collection, a boneless *Longissimus* section between the 9th and 11th ribs was removed, vacuum packaged, frozen and held at -20^oC. The REA and the 12th rib fat thickness increased ($P < 0.05$) as the number of permanent incisors increased. However, no differences ($P > 0.05$) in carcass ultimate pH were found among the four dental classes. There was no effect ($P > 0.05$) of dental maturity on percentage of evaporative and total cooking losses, but differences in percentage of thawing and drip losses were found ($P < 0.05$) among the four dental classes. The *Longissimus* intramuscular fat and water content were affected ($P < 0.05$) by the dental maturity. However, there was no difference ($P > 0.05$) in percentage of protein and ashes among the dental classes. With the exception of b* values, the dental maturity did not affect ($P > 0.05$) the instrumental color of the *Longissimus*. The Warner-Bratzler shear force (WBSF), myofibrillar fragmentation index (MFI) and collagen solubility were affected ($P < 0.05$) by dental maturity, whereas the WBSF has increased while the MFI and collagen solubility decreased as the number of permanent incisors increased. An increase of WBSF was associated ($P < 0.01$) with decreased MFI ($r = -0,36$) and collagen solubility ($r = -0,14$). It can be concluded that the physiological maturity, based on dental classification, affects the carcass traits and meat quality of Nellore cattle. This data indicate that meat from non-castrated Zebu cattle up to four permanent incisors has a desirable tenderness.

Keywords: Beef cattle, carcass, dentition, meat quality, Nellore, tenderness.

INTRODUÇÃO

Em vários trabalhos têm-se estudado a maciez da carne em relação à idade dos animais no momento do abate (Hiner & Hanks, 1950; Felício et al., 1982; Lawrence et al., 2001). Na maioria reportou-se que a maciez da carne bovina decresce à medida em que os animais envelhecem (Wulf et al., 1996). O sistema americano de classificação e tipificação de carcaças se baseia na avaliação do grau de ossificação das cartilagens das vértebras do sacro, lombares e torácicas, e das costelas, além da coloração da carne, para identificar a idade ou maturidade fisiológica dos animais. No entanto, a relação entre a idade ou maturidade determinada por esse sistema e a maciez e palatabilidade da carne tem sido contraditória. Enquanto alguns pesquisadores sugeriram que os escores de maturidade podem segregar as carcaças em diferentes grupos quanto à força de cisalhamento e maciez determinada por painel sensorial, outros afirmaram que o sistema americano de classificação da maturidade não separa as carcaças em grupos homogêneos de maciez e palatabilidade (Lawrence et al., 2001).

No Brasil, o primeiro sistema de classificação de carcaças bovinas entrou em vigor a partir da Portaria Ministerial n. 612, de 05/10/1989, publicada no Diário Oficial da União de 10/10/1989 visando à exportação da carne através da Cota Hilton (BRASIL, 1989). Nesse sistema, foram adotados como parâmetros o sexo (M-macho, C-macho castrado e F-fêmea); a maturidade (0; 2; 4; 6 e 8 dentes incisivos permanentes); a conformação - avaliação subjetiva de perfis que demonstram o desenvolvimento das massas musculares (C-convexas, Sc-subconvexas, Re-retilíneas, Sr-sub-retilíneas e Co-côncavas); o acabamento - avaliação subjetiva da gordura subcutânea ou de cobertura (1-ausente, 2-escassa=1-3mm, 3-mediana=3-6mm, 4-uniforme=6-10mm e 5-excessiva >10mm); e o peso da carcaça quente (Pardi et al., 1996). Através da combinação destes parâmetros, formam-se seis classes hierarquizadas (B-R-A-S-I-L), sendo que as carcaças classificadas como “B” seriam de melhor qualidade, seguida pelo “R” e assim sucessivamente. Contudo, visando atender reivindicações de pecuaristas, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) modificou o sistema nacional de classificação de carcaças bovinas, que foi aprovado e publicado em 2004, na Instrução Normativa nº 9 (BRASIL, 2004). Nesse sistema, excluiu-se da avaliação das carcaças a conformação e o peso das carcaças, permanecendo as classes de sexo, idade e acabamento. Contudo, para que uma classificação oficial tenha sucesso, é necessário que seja precisa e, portanto, baseada em

diferenças comprovadas experimentalmente (Felício et al., 1982). No Brasil, embora haja grande possibilidade de se desenvolver trabalhos visando à avaliação da efetividade dos parâmetros de classificação de carcaça adotados no sistema BRASIL em segregar carcaças para qualidade da carne, praticamente não há informações a esse respeito.

Shorthose & Harris (1990) reportaram que os escores de maciez de vários músculos decresceram significativamente com o aumento da idade, determinada pela avaliação da arcada dentária. De forma similar, Crosley et al. (1995) encontraram um decréscimo progressivo na maciez dos músculos *Biceps femoris* e *Longissimus dorsi* em animais com 0, 2, 4, 6 e 8 dentes incisivos permanentes, respectivamente. Por outro lado, Wythes e Shorthose (1991) observaram que o status da dentição não teve efeito sobre valores de força de cisalhamento do músculo *Longissimus dorsi* de vacas e novilhos, mostrando que as conclusões são inconsistentes, necessitando, portanto, da realização de maiores estudos a esse respeito.

Dessa forma, objetivou-se avaliar a influência da maturidade fisiológica, avaliada pela análise da arcada dentária, sobre as principais características de carcaça e qualidade de carne de bovinos abatidos em frigorífico comercial. Objetivou-se ainda verificar se os parâmetros adotados de avaliação da maturidade fisiológica através da dentição, utilizados nos programas de pagamento por qualidade da carcaça são capazes de segregá-las quanto a maciez da carne produzida.

MATERIAL E MÉTODOS

Seleção dos animais e amostragem

As carcaças e amostras de carne bovina utilizadas neste trabalho foram obtidas no frigorífico Bertin, localizado em Ituiutaba, MG. A coleta de dados e amostras foi realizada no período de 17 a 22 de março de 2008.

Foram selecionados 63 animais da raça Nelore, todos machos não castrados, criados a pasto e oriundos de uma mesma propriedade. A seleção dos animais foi realizada logo após o atordoamento, durante o processo de sangria, através da contagem do número de dentes incisivos permanentes presentes na arcada dentária dos mesmos. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado e os animais foram separados em grupos baseados na dentição (2, 4, 6 e 8 dentes incisivos permanentes). Durante o período de amostragem não foram encontrados animais com zero dentes incisivos

permanentes em número suficiente para que pudesse compor um grupo de dentição, não sendo portanto avaliados neste estudo.

Realizada a análise da arcada dentária e a seleção dos animais ao final da linha de abate, a meia-carcaça esquerda de cada animal foi devidamente identificada e em seguida, submetidas a resfriamento a 4°C em câmara fria por 24 horas. Decorrido esse tempo, as câmaras de resfriamento foram abertas e realizou-se a pesagem e mensuração do pH das carcaças. Ao final da linha de desossa foi retirada uma amostra do músculo *Longissimus dorsi* na altura da 12^a costela e uma amostra do músculo *Longissimus* compreendido entre a 9^a e 11^a costelas.

As amostras foram transportadas para ambiente refrigerado (4°C) onde foi realizada a mensuração da área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS) na parte superior da 12^a costela.

Em seguida as amostras foram devidamente identificadas, embaladas a vácuo em sacos de polietileno, alocadas em caixas de papelão e transportadas congeladas, para o Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, onde permaneceram em câmara de congelamento a -20°C até o momento da realização das análises. As amostras ainda congeladas foram subdivididas em quatro bifés com espessuras variadas, sendo cada um deles destinado a uma análise distinta. Antes da realização de cada análise retirou-se a gordura e tecido conectivos aparentes dos bifés.

Força de cisalhamento

Para quantificação da força de cisalhamento foi utilizado o procedimento proposto por Wheeler et al. (2001). Os bifés, de 2,54 cm de espessura, foram descongelados sob refrigeração (4°C) durante 16 horas. Logo após o descongelamento, os bifés foram assados em forno elétrico pré aquecido a 150°C. No procedimento de cozimento foi introduzido no centro geométrico de cada bife um termoacoplador ligado em termômetro tipo K, para monitoramento da temperatura interna até que essa atingisse 71°C. Os bifés foram então colocados em resfriamento (4°C) durante 16 horas. Decorrido esse tempo, foram retiradas oito amostras cilíndricas com 1,27 cm de diâmetro cada, paralelamente à orientação das fibras musculares, utilizando-se amostrador de aço inox. As amostras cilíndricas foram cisalhadas perpendicularmente à orientação das fibras musculares, utilizando-se lâmina de corte em V, com angulação de 60°, 1,016 mm de espessura e velocidade fixa de 20 cm/min, acoplada ao texturômetro Warner-Bratzler® (G-R Electrical Manufacturing Company, Manhattan – KS, USA).

Análise de perdas de exudato da carne

Para as análises de perdas de exudato da carne foram utilizadas as mesmas amostras da análise de força de cisalhamento. Os dados de perdas por exsudação foram obtidos pela pesagem de bandejas de cozimento com e sem amostras de carne. As pesagens foram realizadas antes e após o cozimento das amostras e a relação percentual de perda de peso das bandejas com as amostras representou as perdas por evaporação. O acréscimo de peso das bandejas após o cozimento, sem as amostras, representou as perdas por gotejamento que, acrescidas às perdas por evaporação, resultaram nas perdas por cocção. As perdas por descongelamento foram obtidas pela pesagem das amostras congeladas e após o seu descongelamento por 16 horas a 4°C. As perdas totais foram obtidas pela diferença de peso entre as amostras congeladas e após o cozimento.

Análise instrumental da cor

Para a análise de coloração da carne foram utilizados bifés com 2,54 cm de espessura, previamente descongelados. Após 30 minutos de exposição ao ar em ambiente refrigerado (4°C) foi realizada a leitura para as faixas de L*, a*, b*, conforme o sistema CIELAB, em espectrofotômetro (Color Quest II) ajustado à fonte iluminante D65 e ângulo de 10° para o observador. O máximo valor de L* (luminosidade) é 100 e representa uma perfeita reflexão difusa, enquanto que o valor mínimo é zero e caracteriza o preto. Os eixos a* e b* não apresentam limites numéricos específicos. A coordenada a* varia do vermelho (+a*) ao verde (-a*) e a coordenada b* do amarelo (+b*) ao azul (-b*) (Hunterlab, 1996). Os valores de L*, a*, b* foram obtidos a partir de cinco leituras realizadas em pontos diferentes de cada bife.

Índice de fragmentação miofibrilar

O índice de fragmentação miofibrilar (IFM) foi determinado de acordo conforme descrito por Culler et al. (1978). Inicialmente, com auxílio de uma faca, foi realizada a homogeneização dos bifés de 1 cm de espessura, destinados à análise de IFM. Após a obtenção de amostra homogênea, foram retiradas 4 gramas do músculo *Longissimus* livres de gordura e tecido conjuntivo. As amostras foram homogeneizadas em *Ultra – turrax* com haste de cisalhamento (Marconi – MA 102/E) em 40 mL de solução tampão de índice de fragmentação miofibrilar (TIFM) à 2°C (100 mM KCL, 20 mM de fosfato de potássio pH 7,0, 1 mM de EGTA, 1 mM MgCl₂, 1 mM NaN₃, pH 7,0)

duas vezes durante 30 segundos por vez. Após a homogeneização, as amostras foram centrifugadas a 1000 x g por 15 minutos, a 2°C e o sobrenadante descartado. O pellet foi ressuspenso em 40 mL de TIFM com bastão de vidro e a amostra centrifugada novamente a 1000 x g por 15 minutos, a 2°C. Após a centrifugação, o sobrenadante foi novamente descartado e o pellet ressuspenso em 10 mL de TIFM à 2°C, homogeneizado sob agitação vigorosa em vórtex e em seguida o material foi filtrado em peneira de polietileno com malha de 1 mm. Foram adicionados novamente 10 mL de TIFM à 2°C para lavagem do tubo de centrifuga e para auxiliar na filtragem. Realizou-se a quantificação de proteínas miofibrilares totais pelo método do macro biureto conforme descrito por Gornall et al. (1949). Para determinação de IFM as amostras foram preparadas com o TIFM para um volume final de 8mL e concentração de proteína de 0,5mg/mL. As amostras foram homogeneizadas e submetidas à leitura de absorbância (540nm) e o valor de IFM obtido pelo cálculo:

$$\text{IFM} = \text{absorbância} \times 200$$

Em que 200 = fator de escala para converter os valores de absorbância conforme sugerido por Culler et al. (1978)

Colágeno total e solúvel

Para a quantificação do colágeno foi realizada a homogeneização de um bife com 1 cm de espessura em liquidificador industrial. O colágeno e suas frações foram quantificados pelo aminoácido hidroxiprolina, segundo metodologia proposta por Woessner Jr. (1961) e modificada no Laboratório de Bioquímica das Proteínas do Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências Unesp –Botucatu, conforme descrito por Hadlich et al. (2006). Cinco gramas de carne congelada foram colocadas em tubos plásticos com 20 mL de água destilada e submetidas a banho-maria por duas horas a 80°C. Em seguida, as amostras foram homogeneizadas por um minuto em *Ultra-turrax* e, então, centrifugadas a 1000 x g por 15 minutos, em temperatura ambiente. O sobrenadante foi filtrado e adicionou-se 30 mL de ácido clorídrico (HCl 6 N) e ao sedimento foram adicionados 50 mL de 6 N HCl. As amostras foram hidrolisadas em autoclave por quatro horas a 120°C e 1 atm (Cross et al., 1973). Após a hidrólise as amostras do sedimento e sobrenadante foram diluídas em 1:25 e 1:10, respectivamente, e tiveram o pH ajustado para pH 6,0 com solução de hidróxido de

sódio (NaOH 2 N). Foram transferidos para dois tubos de ensaio, 2,0 mL da fração do sobrenadante e sedimento das amostras, respectivamente. Aos tubos foi adicionado 1 mL de tampão Cloramina-T e após repouso por 20 minutos em temperatura ambiente, adicionou-se 1 mL de reagente de cor (5 g de 4-dimetilaminobenzaldeído; 20 mL de propanol; 9mL de ácido perclórico 60%) em cada tubo. As amostras foram levadas a banho-maria por 15 minutos a 60°C. Após o resfriamento foi feita leitura das amostras em espectrofotômetro (560nm).

Os valores de colágeno total e solúvel foram calculados através das equações descritas abaixo:

% Colágeno total = % Colágeno no sedimento + % Colágeno no sobrenadante

% Colágeno solúvel = $\frac{\% \text{ Colágeno no sobrenadante}}{\% \text{ Colágeno total}} \times 100$

Composição centesimal

Para a composição centesimal, foram quantificados os teores de matéria seca (MS), nitrogênio total, extrato etéreo (EE) e cinzas na porção restante do bife utilizado na análise de IFM, conforme descrito por Silva & Queiroz, (2002). Utilizou-se aproximadamente 100 g de amostra, referente a cada animal, previamente homogeneizada em liquidificador industrial. As amostras foram acondicionadas em bandejas de alumínio, pesadas e em seguida submetidas à liofilização por 72 horas. Decorrido esse tempo, as bandejas com as amostras foram novamente pesadas e, em seguida, as amostras foram moídas em moinho de bola. As amostras moídas foram armazenadas, sob refrigeração, em recipiente plástico até o momento da realização das análises. Foi utilizado 1,5 g de amostra, em duplicata, para cada uma das análises (MS, EE e cinzas). Para a análise de nitrogênio total foi utilizado 0,12 g de amostra, em duplicata, e a proteína bruta (PB) obtida pelo produto do teor de nitrogênio total e o fator de 5,88, conforme descrito por Baldwin (1995).

Análise estatística

Os dados foram analisados por meio do PROC GLM do SAS 9.0 para Windows (Statistical Analysis System Institute, Inc.). Os efeitos da maturidade fisiológica foram testados por intermédio de análise de variância. Quando observada significância, foi

utilizado o teste de Tukey para comparação das médias. Todos os testes foram realizados considerando-se nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito ($P < 0,05$) da maturidade fisiológica sobre o peso de carcaça fria (PCF), sendo que as carcaças dos animais pertencentes ao grupo de denteição 8 apresentaram peso médio superior (319,99 kg) aos demais, que apresentaram valor médio igual 271,55 kg (Tabela 1). Este resultado ocorreu possivelmente em função do maior tempo de vida dos animais do grupo de denteição 8, o que lhes proporcionou maior peso.

Foram detectadas diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os grupos de denteição para a área de olho de lombo (AOL). As carcaças dos animais do grupo de denteição 2 apresentaram menor média em relação às carcaças do grupo de denteição 8. As carcaças dos grupos de denteições 4 e 6 apresentaram valores intermediários não diferindo entre si ($P > 0,05$) (Tabela 1). O aumento do tamanho corporal com o avançar da idade dos animais pode ser uma explicação para estes resultados (Bouton e Harris, 1972).

Houve efeito ($P < 0,05$) da maturidade sobre a espessura de gordura subcutânea (EGS) sendo que as carcaças do grupo de denteição 2 apresentaram média (1,47 mm) inferior às do grupo de denteição 4 (2,37 mm) e 6 (2,29 mm), que por sua vez não diferiram entre si (Tabela 1). As carcaças do grupo de denteição 8, deveriam apresentar valores médios de EGS superiores aos demais grupos, uma vez que ocorre aumento da taxa de deposição do tecido adiposo com o avançar da idade dos animais. Entretanto, no presente trabalho as carcaças dos animais deste grupo apresentaram valor médio de EGS igual a 1,83 mm, não diferindo dos demais grupos de denteição (Tabela 1).

Tabela 1 - Médias e coeficiente de variação para peso de carcaça fria (PCF). Área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS) e pH final da carcaça (pHf), de acordo com o número de d.i.p.

Item	Número de dentes incisivos permanentes (d.i.p.)				Valor P	CV %
	2 n = 14	4 n = 19	6 n = 15	8 n = 15		
PCF, kg	264,46b	276,79b	273,40b	319,99a	< 0,0001	9,8
AOL, cm ²	68,06b	72,58ab	71,65ab	77,58a	0,0250	11,3
EGS, mm	1,47b	2,37a	2,29a	1,83ab	0,0062	37,6
pHf	6,50	6,32	6,26	6,51	0,0492	5,6

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem, significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

Verificou-se, portanto, que os animais utilizados nesse experimento apresentaram grau de acabamento de carcaça inferior ao limite mínimo exigido pela indústria frigorífica (3,0 mm), inclusive os animais pertencentes ao grupo de dentição 8, para os quais esperava-se que apresentassem maior média de EGS dentre os demais grupos avaliados, por se tratarem de animais mais velhos. Segundo Felício (1997), o grau de acabamento da carcaça apresenta-se como indicador de qualidade, dentre outras razões, por apontar para o tipo de alimentação recebido pelo animal. De modo geral, este resultado parece ser reflexo de grande parte dos sistemas de produção de bovinos a pasto no Brasil, que na maioria das vezes apresenta baixa adoção de tecnologias de produção. Por conseguinte, o crescimento dos animais fica comprometido, principalmente devido à distribuição estacional e variação quantitativa e qualitativa da produção de forragem, que por sua vez representa a principal fonte de nutrientes para bovinos a pasto.

Nesses sistemas de produção é comumente observada a suplementação diferenciada de animais mais jovens (24-30 meses) visando à liberação de áreas de pastagem e o envio de animais mais pesados para o abate. Esse aumento de peso se dá geralmente em função de maior deposição de gordura, visto que estes animais já teriam atingido o platô de desenvolvimento muscular e ósseo, resultando assim em maior grau de acabamento das carcaças. Em contrapartida, é também comum observar o envio de animais velhos (> 48 meses) para o abate, sem que tenham recebido nenhum tipo de suplementação visando à terminação, uma vez que estes animais, por serem mais velhos, naturalmente já teriam atingido o peso de abate. Dessa forma, nota-se que é

possível que animais mais jovens possam apresentar carcaças com grau de acabamento similar à de animais velhos, sendo essa uma possível explicação para os valores de EGS observados neste estudo.

Não foi detectado efeito ($P > 0,05$) da maturidade sobre o pH final (pHf) da carcaça (Tabela 1), sendo que o valor médio observado (6,4) encontra-se muito acima dos valores tipicamente encontrados em carcaças bovinas (5,5-5,9). Agentes de estresse contribuem para a ocorrência de alterações atípicas no pH da carcaça em bovinos tais como o transporte, jejum prolongado no período pré-abate e comportamento sexual dos machos não castrados (Felicio, 1997). A exposição dos animais a estresse psicológico ou físico antes do abate pode reduzir a qualidade da carne, com alterações na cor e maciez, redução no tempo de prateleira, contaminação microbiana, entre outros. O estresse ativa o sistema simpático-adrenal, estimulando a liberação de catecolaminas (epinefrina e noraepinefrina) no sistema circulatório, desencadeando uma seqüência de respostas fisiológicas, incluindo aumento nas taxas cardíaca e respiratória, elevação da temperatura corporal, decréscimo na degradação protéica e aumento na glicogenólise hepática e muscular (Bass et al., 2010). A depleção do glicogênio muscular induzida pelas catecolaminas tem sido apontada como a causa primária das ocorrências de carcaças com pH elevado, que podem resultar em carne de coloração mais escura. Em um estudo comparando bovinos criados em sistema a pasto e em confinamento, Shorthose (1989) constatou maior incidência de carcaças apresentando pHf $> 6,0$ no sistema a pasto e atribuiu o resultado observado ao temperamento mais calmo dos animais criados em confinamento. Dessa forma, a observação do pHf elevado nas carcaças dos animais deste estudo pode ter ocorrido em função do comportamento da classe sexual utilizada (machos não castrados) aliado ao comportamento pouco social comumente observado em animais zebuínos criados em sistema de produção a pasto.

Em animais não estressados e com amplas reservas de glicogênio muscular, o pH do músculo normalmente decai de um valor inicial de 7,0 a 7,2 após o abate para valores finais de 5,4 a 5,8, 48 horas *post-mortem* (Young et al., 2004). Entretanto, a velocidade de queda e o pH final da carne 24 horas após o abate, é variável. Segundo Felício (1997), quando os bovinos são acometidos de estresse pré-abate, a reserva de glicogênio dos músculos desses animais pode ser parcial ou totalmente exaurida. Como conseqüência, o estabelecimento do *rigor mortis* ocorre na primeira hora *post mortem* em função da reserva energética não ser suficiente para sustentar o metabolismo anaeróbico e produzir ácido láctico capaz de fazer baixar o pH a 5,5 na 24^a hora *post*

mortem. Essa alteração no pH final da carcaça representa grandes prejuízos para indústria frigorífica, uma vez que a carne com valores elevados de pH final ($> 5,8$), apresenta coloração escura e, conseqüentemente, menor tempo de prateleira. Segundo Gil & Newton (1981), este fato é conseqüência da ausência de ácido láctico e glicose livre, o que favorece a proliferação bacteriana responsável pela coloração esverdeada da carne e a produção de odores desagradáveis. Além disso, vários trabalhos têm demonstrado que a carne se torna mais dura à medida que o pH se eleva de 5,5 a 6,0 (Purchas et al., 1999; Wulf et al., 2002), sendo que a maior freqüência de problemas relacionados à dureza da carne, usualmente, coincidem com o pH final do músculo próximo a 5,8 a 6,0 (Wulf et al., 2002). No Brasil, os frigoríficos exportam somente carne com pH inferior a 5,8, avaliado diretamente no músculo *Longissimus dorsi*, após 24 horas *post-mortem* (Roça, 2000).

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) para as porcentagens de perdas por descongelamento entre os grupos de dentição (Tabela 2), sendo observada maior média para a carne dos animais pertencentes ao grupo de 2 dentes (4,38%) em relação à carne dos animais pertencentes ao grupo de 6 e 8 dentes que não diferiram entre si. Este fato pode ter ocorrido em função do menor tamanho do *Longissimus* dos animais mais jovens em relação aos animais mais velhos, uma vez que foram verificadas diferenças para AOL entre os diferentes grupos de dentição (Tabela 1). Assim, por apresentar menor tamanho, o *Longissimus* pode sofrer descongelamento mais rápido, fazendo com que os tecidos musculares não sejam capazes de absorver eficientemente o líquido extravasado, ocorrendo assim maior perda durante o processo (Feijó, 1999).

Foram verificadas diferenças ($P < 0,05$) para perdas por gotejamento entre os grupos de dentição (Tabela 2), em que a carne oriunda dos animais pertencentes ao grupo de 8 dentes apresentou maior ($P < 0,05$) média de porcentagem de perda em relação aos demais grupos de dentição, à exceção do grupo de 6 dentes. Durante o processo de cocção da carne é observada a presença de gordura em meio ao exudato na perda por gotejamento. Sendo assim, esse resultado pode ser explicado pelo maior conteúdo de gordura intramuscular, avaliado através do teor de extrato etéreo, observado na carne dos animais pertencentes ao grupo de 8 dentes (Tabela 3).

Não houve diferença ($P > 0,05$) para as perdas por evaporação, cocção e totais entre os grupos de dentição (Tabela 2). Estes dados corroboram os observados por Lawrence et al. (2001), que, em estudo semelhante, não observaram diferenças para as perdas por evaporação, gotejamento e totais da carne de animais de diferentes idades.

Diferenças para perda de peso por cocção também não foram encontradas por Felício (1982), ao avaliar três maturidades de bovinos (30-36 meses; 36-48 meses e mais de 48 meses).

A queda do pH *post mortem*, devido à formação do ácido lático, é responsável pela diminuição da capacidade de retenção de água (CRA) da carne, uma vez que essa reação causa a desnaturação e perda da solubilidade das proteínas musculares, ou seja, o número de cargas negativas. Conseqüentemente, estes grupos não têm capacidade de atrair água, pois somente os grupos hidrofílicos carregados possuem esta capacidade (Roça, 2009). Conforme previamente apresentado na Tabela 1, o pH final das carcaças não diferiu entre os grupos de dentição, o que explicaria a não ocorrência do efeito da maturidade sobre as perdas totais da carne.

Tabela 2 - Médias e coeficiente de variação para perdas por descongelamento (PDESC), perdas por gotejamento (PGOT), perdas por evaporação (PEVAP), perdas por cocção (PCOC) e perdas totais (PTOTAIS) da carne dos animais, de acordo com o número de d.i.p.

Item	Número de dentes incisivos permanentes (d.i.p.)				Valor P	CV %
	2 n = 14	4 n = 19	6 n = 15	8 n = 15		
PDESC, %	4,38a	3,66ab	2,09bc	1,81c	0,0009	63,7
PGOT, %	1,56b	1,64b	2,04ab	3,42a	0,0038	70,6
PEVAP, %	25,82	26,49	27,95	28,53	0,2306	14,7
PCOC, %	27,39	28,13	29,99	31,95	0,0494	16,3
PTOTAIS, %	30,46	30,76	31,44	33,17	0,5143	17,1

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem, significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) para os teores de PB e cinzas na carne dos animais entre os grupos de dentição (Tabela 3). Estes dados encontram-se de acordo com os observados por Pflanzler Jr. (2008), que, avaliando os parâmetros qualitativos da carne de bovinos Nelore com diferentes graus de maturidade medidos pela arcada dentária, não verificou diferenças ($P > 0,05$) no teor de lipídios e proteína no músculo *Longissimus* entre os diferentes grupos de dentição (2, 4 e 6 dentes incisivos permanentes).

Observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) da maturidade sobre o teor de água da carne, sendo que o grupo de dentição 6 apresentou menor média (77,32%) em relação aos demais grupos, que não diferiram entre si ($P > 0,05$) (Tabela 3).

De forma semelhante ao observado para variável EGS (Tabela 1), foi detectado efeito significativo ($P < 0,05$) da maturidade sobre o teor de EE no músculo *Longissimus* (Tabela 3). Os animais do grupo de dentição 2 apresentaram menor média ($P < 0,05$) (1,97%) em relação aos animais pertencentes ao grupo de dentição 4 (2,48%) e 6 (2,46%), que não diferiram entre si ($P > 0,05$). Os animais pertencentes ao grupo de dentição 8 apresentaram média para o teor de extrato etéreo no *Longissimus* igual a 2,32%, não diferindo ($P > 0,05$) dos demais grupos de dentição (Tabela 3). A marmorização constitui característica importante, pois está relacionada às características sensoriais da carne, possível de ser percebida e apreciada pelo consumidor. No presente trabalho, o valor médio observado de extrato etéreo no *Longissimus* (2,31%) foi inferior ao recomendado por Felício (1997) para que a carne seja considerada macia, saborosa e suculenta ($> 4\%$ de extrato etéreo), sendo este um provável reflexo da baixa densidade energética da dieta, fato comumente observado em sistemas de criação a pasto.

Tabela 3 - Composição centesimal do músculo *Longissimus* dos animais, de acordo com o número de d.i.p.

Item	Número de dentes incisivos permanentes (d.i.p.)				Valor P	CV %
	2 n = 14	4 n = 19	6 n = 15	8 n = 15		
% Água	78,00a	77,81a	77,32b	78,24a	0,0072	0,9
% Proteína	19,04	18,76	19,17	18,49	0,1120	3,8
% Extrato etéreo	1,97b	2,48a	2,46a	2,32ab	0,0246	19,0
% Cinzas	0,98	0,95	1,03	0,94	0,2242	13,6

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem, significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

A partição da deposição de gordura nos diferentes depósitos corporais parece seguir ordem cronológica fixa, sendo que a gordura peri-renal é a primeira a ser depositada, seguida pela gordura intermuscular, pela gordura subcutânea e finalmente pela gordura intramuscular (Sainz & Hasting, 2000). Como em qualquer outro tecido, o desenvolvimento do tecido adiposo se dá tanto por hiperplasia como por hipertrofia. Quando os animais atingem a fase de terminação, os depósitos de gordura que se

desenvolveram mais precocemente (intermuscular, peri-renal e mesentérico) já completaram seu desenvolvimento hiperplásico e passam a depositar gordura nos adipócitos existentes, enquanto que os depósitos subcutâneo e intramuscular continuam a ser constituídos novos adipócitos, ao mesmo tempo em que estes são preenchidos com gordura (Paulino, 2006). Dessa forma, pode-se inferir que à medida que o animal envelhece, desde que não haja limitação nutricional, ocorre o aumento na deposição de gordura intramuscular, sendo essa uma possível explicação para os dados observados neste estudo.

Em relação à coloração da carne, não foram observadas diferenças ($P>0,05$) para a intensidade de vermelho (a^*) entre os grupos de dentição (Tabela 4). De forma semelhante, não houve efeito da maturidade ($P>0,05$) sobre a variável L^* (luminosidade) cujos valores obtidos (Tabela 4) para o *Longissimus* encontram-se dentro da faixa comumente observada para bovinos de corte (35,00 a 38,00).

A aparência da superfície da carne para o consumidor depende dentre outros fatores da quantidade e do estado físico da mioglobina. Independentemente da espécie, raça ou sexo, a composição dos músculos varia com o aumento da idade do animal (Lawrie, 2005). Com o avançar da idade, o animal tem a sua capacidade de oxigenação celular diminuída, necessitando assim, de maior quantidade de mioglobina no músculo, uma vez que esta é responsável pela retenção de oxigênio na célula. A concentração de mioglobina parece aumentar de acordo com duas fases, em velocidade inicial brusca de incremento, seguida por outra mais gradual. Refletindo os aumentos da mioglobina com a idade, existe concomitante incremento de duas fases na atividade de enzimas que comandam a respiração e, por meio disso, no potencial de produção de energia (Lawrie, 2005). Assim, presume-se que a faixa de idade dos animais utilizados neste trabalho não foi suficiente para se detectar diferenças em a^* .

Além da capacidade de retenção de água, a coloração do músculo também sofre ação direta do pH final da carcaça. Quando a produção de ácido lático é muito rápida, como ocorre em animais estressados imediatamente antes do abate, em situações em que há disponibilidade de glicogênio, a dispersão de luz pode dobrar, provocando palidez, característica da carne PSE (pálida, mole e exudativa). Contudo, quando o animal chega ao abate após um período de estresse prolongado, a queda de pH é incompleta, pois não há glicogênio no músculo, e a carne permanece translúcida, como ocorre com a carne bovina “dark cutting” (MacDougall, 1994). Lawrie (2005) relatou que se o pH final da carne for alto, as proteínas musculares se encontrarão acima do seu

ponto isoelétrico aumentando assim a associação da água do músculo à essas, fazendo com que as fibras se tornem fortemente ligadas entre si, apresentando-se como barreira à difusão. Conseqüentemente, a camada de oximioglobina vermelho brilhante se torna pequena, havendo predomínio da cor vermelho púrpura da mioglobina em magnitude tal que a carne aparecerá escura (Lawrie, 2005). Nesse contexto, a ausência de diferenças quanto a faixa L* entre os grupos de dentição pode ter ocorrido em função da não observação de diferenças quanto ao pH final da carcaça (Tabela 1).

Tabela 4 - Médias e coeficientes de variação das variáveis da avaliação instrumental de cor da carne dos animais, de acordo com o número de d.i.p.

Item	Número de dentes incisivos permanentes (d.i.p.)				Valor P	CV %
	2 n = 14	4 n = 19	6 n = 15	8 n = 15		
L*	37,64	37,63	37,25	38,98	0,0805	5,1
a*	11,04	11,69	12,40	11,94	0,1152	12,7
b*	7,38b	7,91ab	8,35ab	8,62a	0,0342	14,7

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem, significativamente entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

Houve efeito da maturidade (P>0,05) sobre os valores de b* (Tabela 4) da carne (intensidade da cor amarela) sendo que a maior média foi observada para os animais do grupo de dentição 8 (8,62) e a menor para os animais de dentição 2 (7,38). Os animais dos grupos de dentição 4 e 6 apresentaram médias iguais a 7,31 e 8,35 respectivamente, não diferindo dos demais grupos de dentição (P>0,05). A faixa b* é influenciada também pela coloração da gordura presente na carne (Reis, 2009). A cor da gordura é afetada pela idade do animal ao abate, ficando amarelada à medida que o animal envelhece em decorrência da deposição prolongada de carotenóides oriundos das forrageiras, que constituem a principal fonte de alimentação nos sistemas de produção baseados em pastagem (Felício, 1997). Dessa forma, o aumento do teor de gordura intramuscular (extrato etéreo) ao avançar da idade dos animais (Tabela 3), aliado à maior pigmentação dessa gordura em função da maior presença de pigmentos carotenóides, parece ser o fator responsável pelas diferenças observadas para a faixa b*.

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) para força de cisalhamento (FC) entre os grupos de dentição (Tabela 5), o mesmo sendo observado para o índice de fragmentação miofibrilar (IFM). A correlação entre essas duas características ($r = -0,36$) foi significativa ($P < 0,01$).

Dentre os fatores que influenciam a maciez da carne bovina, a proteólise *post mortem* tem sido estudada intensivamente através de diversas técnicas, entre essas o IFM, que por sua vez mede a intensidade da proteólise das miofibrilas (Hopkins et. al., 2000). Segundo Koohmarie (1990), o IFM apresenta relação inversa com a força de cisalhamento, pois à medida que se aumentam os valores de IFM, diminuem-se os valores obtidos pela FC.

Culler (1978) relatou que valores de IFM acima de 60% caracterizam carne muito macia, valores entre 50 e 60% maciez moderada e valores abaixo de 50% ausência de maciez. Com relação à FC, segundo Shackelford et al. (1991), valores até 4,5 kg caracterizam carne macia. No presente trabalho, as carnes dos animais pertencentes aos grupos de 2 e 4 dentes apresentaram maciez aceitável, segundo a classificação pela FC, enquanto a classificação através do IFM indicou carne de maciez alta e moderada, respectivamente para os animais dos grupos de dentição 2 e 4. Entretanto, os animais dos grupos de 6 e 8 dentes apresentaram carne considerada dura, tanto para classificação pela FC quanto pelos valores de IFM observados. Ou et al. (1991), em um trabalho com ovinos, observaram a redução da atividade específica da enzima calpaína com o avançar da idade dos animais. Dessa forma, visto que a calpaína é uma das principais enzimas responsáveis pela degradação miofibrilar, e consequentemente pelo amaciamento da carne, a redução da sua atividade com o avançar da idade do animal, pode ser um dos motivos responsáveis pela redução dos valores de IFM observados nesse estudo.

Outro fator que interfere na maciez da carne é o encurtamento das fibras musculares pelo frio, fenômeno conhecido como “cold shortening”. Segundo Pflanzler (2008), neste fenômeno pode ocorrer a sobreposição dos miofilamentos e, consequentemente, a possibilidade de aumento de ligações cruzadas de filamentos contráteis de actina e miosina durante o *rigor mortis*, conferindo grande coesão interna, resultando em maior dureza da carne. Este aumento de sobreposição entre filamentos finos e grossos pode obstruir certas partes da estrutura miofibrilar, reduzindo a disponibilidade de alguns sítios susceptíveis à ação proteolítica (Wheeler et al., 1999).

O “cold shortening” é comumente observado em carcaças que apresentam baixo grau de acabamento, geralmente com valores de EGS inferiores a 3 mm, o que não é suficiente para protegê-las contra a queda brusca de temperatura. Assim, de acordo com os valores de EGS obtidos neste trabalho, o efeito do encurtamento pelo frio seria o mesmo para todas as classes de denteição, visto que os valores foram inferiores a 3 mm, não sendo atribuído diferenças na força de cisalhamento entre os grupos de denteição quanto à esse critério. Provavelmente, esse foi um dos fatores responsáveis para que a carne dos animais, mesmo os mais jovens (2 e 4 dentes), apresentasse força de cisalhamento praticamente no limite do que seria considerado macia (4 kgf). Associado a isso, o estresse sofrido pelos animais nas etapas pré-abate, denotado pelo alto pH das carcaças, também contribui para que a carne não fosse mais macia.

Tem sido demonstrado que a elevação na concentração plasmática de epinefrina aumenta a atividade muscular da calpastatina, o que pode levar à redução na proteólise *pos-mortem*, contribuindo para o aumento na dureza da carne (Bass et al., 2010; Sensky et al., 1996; Warner et al., 2007). Assim o pH final do músculo dos animais do presente estudo (superior a 6,0) também contribuiu para que a carne não fosse mais macia, mesmo nos animais jovens. O amaciamento da carne *post-mortem* é diretamente influenciado pelo pH do músculo (Bass et al., 2010), sendo que os principais mecanismos relacionados à maior dureza de músculos com pH mais alto estão relacionados à menor atividade proteolítica com conseqüente menor degradação protéica do músculo (Watanabe et al., 2006).

Não houve efeito da maturidade ($P>0,05$) para a quantidade de colágeno total no músculo *Longissimus* (Tabela 5). Estes resultados encontram-se de acordo com Willson et al. (1954) e Goll et al. (1963), que não observaram aumentos na quantidade de colágeno presente no músculo com o aumento da maturidade fisiológica em bovinos.

Entretanto, foi observada diferença ($P<0,05$) quanto à solubilidade do colágeno entre os grupos de denteição, sendo que os animais do grupo de denteição 2 apresentaram maior teor de colágeno solúvel (40,52%), não diferindo do grupo de denteição 4 (33,83%). Os animais do grupo de denteição 8 apresentaram menor teor de colágeno solúvel (22,12%) em relação aos demais grupos, à exceção dos animais do grupo de denteição 6 (30,63%), que por sua vez não diferiram dos animais dos demais grupos de denteição (Tabela 5). Estes resultados encontram-se de acordo com os reportados por Hill (1966), que observaram a redução da solubilidade do colágeno presente no músculo com o avançar da idade dos animais. Segundo Bailey (1972), a qualidade do

colágeno presente no músculo apresenta-se como fator determinante na maciez da carne. Isso se deve ao fato de que as ligações cruzadas intermoleculares presentes no colágeno encontrado em músculo de animais jovens são instáveis ao calor. Essas ligações se convertem em estruturas complexas à medida em que os animais envelhecem, tornando-se termoestáveis (Robins et al., 1973). Essas modificações estão associadas a aumentos substanciais na rigidez e insolubilidade do colágeno e, conseqüentemente, à redução na maciez da carne de animais velhos. Nesse estudo, a força de cisalhamento mostrou-se negativamente correlacionada ($r = -0,14$) com o teor de colágeno solúvel ($P < 0,01$).

Tabela 5 - Médias e coeficiente de variação para força de cisalhamento (FC), índice de fragmentação miofibrilar (IFM), colágeno total (CT) e colágeno solúvel (CS) da carne dos animais, de acordo com o número de d.i.p.

Item	Número de dentes incisivos permanentes (d.i.p.)				Valor P	CV %
	2 n = 14	4 n = 19	6 n = 15	8 n = 15		
FC, kg	4,52b	4,56b	7,39a	7,55a	< 0,0001	33,9
IFM, %	62,43a	55,90ab	48,17b	48,71b	0,0119	24,0
CT, mg/g	8,92	9,24	10,91	11,42	0,0220	25,6
CS, %	40,52a	33,83a	30,63ab	22,21b	0,0002	32,6

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem, significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

De acordo com os resultados obtidos nesse trabalho, pode-se concluir que a exigência dos frigoríficos, em se basear na dentição de até quatro dentes incisivos permanentes (d.i.p.) para a bonificação por qualidade pode ser adotada, pois mesmo com o baixo grau de acabamento da carcaça, a carne destes animais apresenta maciez aceitável. Destaca-se que, conforme mostrado neste trabalho, o maior problema enfrentado pela indústria frigorífica em relação a qualidade da carne parece ser o pH final da carcaça, uma vez que este é um fator comum a todas as idades. Dessa forma, é pertinente se ater às condições de transporte e manejo pré-abate visando minimizar o estresse sofrido pelo animal, visto que este seria o principal motivo pela queda atípica do pH da carcaça.

CONCLUSÃO

A maturidade fisiológica, avaliada pela análise da arcada dentária, influencia a maciez da carne bovina sendo que para animais zebuínos inteiros abatidos em frigorífico comercial a carne pode ser considerada como apresentando maciez aceitável nos animais com até 4 dentes incisivos permanentes, ou seja, animais de até 36 meses, aproximadamente.

LITERATURA CITADA

- BAILEY, A.J. The basis of meat texture. **Journal of the Science of Food and agriculture**, v.23, n.8, p.995-1007, 1972.
- BALDWIN, R.L. **Modeling ruminant digestion and metabolism**. London: Chapman and Hall, 1995. 592p.
- BASS, P.D.; ENGLE, T.E.; BELK, K.E. et al. Effects of sex and short-term magnesium supplementation on stress responses and Longissimus muscle quality characteristics of crossbred cattle. **Journal of Animal Science**, v.88, n.1, p.349-360, 2010.
- BOUTON, P. E.; HARRIS, P. V. The effects of some post-slaughter treatments on the mechanical properties of bovine and ovine muscle. **Journal of Food Science**, v.37, n.4, p.539-543, 1972.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria No 612, 5 out. 1989**. Sistema nacional de tipificação de carcaças bovinas. Brasília, Diário Oficial da União, 10/10/1989.
- BRASIL. Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 9, 4 mai. 2005**. Sistema Brasileiro de Classificação de Carcaças Bovinas. Brasília, Diário Oficial da União, 05/05/2004.
- CULLER, R.D. et al. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical physical and sensory characteristics of bovine *Longissimus* muscle. **Journal of Food Science**, v.43, n.4, p.1177-1180, 1978.
- CROSS, H.R.; CARPENTER, Z.L.; SMITH, G.C. Effects of intramuscular collagen and elastin on bovine muscle tenderness. **Journal of Food Science**, v.38, n.6, p.998-1003, 1973.
- CROSLEY, R.I.; HEINZ, P.H.; BRUYN, J.F. In: **Meat symposium**. Pretoria. **Proceedings...** Pretoria: University of Pretoria. p.57-66, 1995.
- FELÍCIO, P. E. de; ALLEN, D.M.; CORTE, O. O. Influência da maturidade da carcaça sobre a qualidade da carne de novilhos Zebu. **Coletânea ITAL**, v.12, p.137-149, 1982.

- FELICIO, P.E. de. Fatores que Influenciam na Qualidade da Carne Bovina. In: A.M. Peixoto; J.C. Moura; V.P. de Faria. (Org.). **Produção de Novilho de Corte**. 1.ed. Piracicaba: FEALQ, 1997, v. Único, p.79-97.
- FELÍCIO, P.E. Classificação e tipificação de carcaças bovinas. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE, 7, 2005. Goiânia. **Anais...** Goiânia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal. p.11-25. 2005.
- FEIJÓ, G.L.D. Conhecendo a carne que você consome. In: **Qualidade da Carne Bovina**. 1999. Campo Grande. 25p.
- GOLL, D.E.; HOEKSTRA, W.G.; BRAY, R.W. Age associated changes in muscle composition. The isolation and properties of a collagen residue from bovine muscle. **Journal of Food Science**, v.28, n.5, p.503-509, 1963.
- GORNALL, A.G.; BARDAWILL, C.L.; DAVID, M.M. Determination of serum protein by means of the biuret reaction. **Journal of Biological Chemistry**, v.177, n.2, p.751-766, 1949.
- HADLICH, J.C.; MORALES, D.C.; SILVEIRA, A.C. et al. Efeito do colágeno na maciez da carne de bovinos de distintos grupos genéticos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.28, n.1, p.57-62, 2006.
- HILL, F. The solubility of intramuscular collagen in meat animals of various ages. **Journal of Food Science**, v.31, n.2, p.161-166, 1966.
- HINER, R.L.; HANKINS, O.G. The tenderness of beef in relation to different muscles and age in the animal. **Journal of Animal Science**, v.9, n.3, p.347-353, 1950.
- HOPKINS, D. L.; LITTLEFIELD, P. J.; THOMPSON, J. M. A research note on factors affecting the determination of myofibrillar fragmentation. **Meat Science**, v.56, n.1, p.19-22, 2000.
- HUNTERLAB. **Applications note: CIE L* a* b* color scale**. Virginia, v.8, n.7, 1996.
- KOOMARAIE, M. Inhibition of postmortem tenderization in ovine carcasses through infusion of zinc. **Journal of Animal Science**, v.68, n.5, p.1476-83, 1990.
- LAWRENCE, T.E.; WHATLEY, J.D.; MONTGOMERY, T.H. et al. Influence of dental carcass maturity classification on carcass traits and tenderness of longissimus steaks from commercially fed cattle. **Journal of Animal Science**, v.79, n.8, p.2092-2096, 2001.
- LAWRIE, R.A. **Ciência da carne**. Trad. Jane Maria Rubensam. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384p.
- MACDOUGALL, D.B. Colour of meat. In: PEARSON, A.M.; DUTSON, T.R. Eds. Quality Attributes and their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products, **Advances in meat research**, v.9, capítulo 3, p. 79-93, 1994.

- OU, B.R.; MEYER, H.H.; FORSBERG, N.E. effects of age and castration on activities of calpain and calpastatina in sheep skeletal muscle. **Journal of Animal Science**, v.69, n.5, p.1919-1924, 1991.
- PARDI, M. C.; SANTOS, I. F. dos; SOUZA, E. R. de; SANTOS, J. C. A Epopéia do Zebu - Um Estudo Zootécnico-Econômico. Ed. **Universidade Federal de Goiás**: Goiânia-Go, 1996, 126p.
- PAULINO, P.V.R. **Desempenho, composição corporal e exigências nutricionais de bovinos Nelore de diferentes classes sexuais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 167p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade federal de Viçosa, 2006.
- PFLANZER JÚNIOR, S.B. **Influência da maturidade e acabamento de carcaça em atributos de qualidade da carne (*M. Longissimus*) de novilhos Nelore**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2005. 98p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos, 2008.
- PURCHAS, R.W.; YAN, X.; HARTLEY, D.G. The influence of a period of ageing on the relationship between ultimate pH and shear values of beef m. longissimus thoracis. **Meat Science**, v.51, n.1, p.135-141, 1999.
- REIS, S.F. **Características de crescimento e qualidade da carne de novilhas de corte de diferentes classes de consumo alimentar residual**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- ROBINS, S.P.; SHIMOKOMAKI, M.; BAILEY, A.J. The chemistry of collagen cross-links: Age related changes in the reducible components of intact bovine collagen fibers. **Biochemistry Journal**, v.131, n.4, p.771-780, 1973.
- ROÇA, R.O. **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, FCA, UNESP, 2000. 201p.
- ROÇA, R.O. [2009]. **Propriedades da carne**. Disponível em: <<http://dgta.fca.unesp.br/docentes/roca/carnes/Roca105.pdf>> Acesso em: 10/11/2009.
- SAINZ, R.D.; HASTING, E. Simulation of the development of adipose tissue in beef cattle. In: McNAMARA, J.P.; FRANCE, J.; BEEVER, D.E. (Eds.). **Modeling nutrient utilization in farm animals**. 1.ed. New York: CAB International, 2000. P.175-182.
- SENSKY, P.L.; PARR, T.; BARDSLEY, R.G. et al. The relationship between plasma epinephrine concentration and the activity of the calpain enzyme system in porcine longissimus muscle. **Journal of Animal Science**, v.74, n.2, p.380-387, 1996.
- SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M.; MILLER, M.F. et al. An evaluation of tenderness of the longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. **Journal of Animal Science**, v.69, n.1, p.171-177, 1991.

- SHORTHOSE, W.R. Dark-cutting in beef and sheep carcasses under the different environment of Australia. In: PROCEEDINGS OF AN AUSTRALIAN WORKSHOP, 1989. Sydney South. **Proceedings...** Sidney South: Australian Meat and Live-stock Research and Development Corp. p.68-73, 1989.
- SHORTHOSE, W.R.; HARRIS, P.V. Effect of animal age on the tenderness of selected beef muscles. **Journal of Food Science**, v.55, n.1, p.01-08, 1990.
- SILVA D.J., QUEIROZ A.C. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa: Editora UFV, 2002. 235p.
- WARNER, R.D.; FERGUSON, D.M.; COTTRELL, J.J. et al. Acute stress induced by the preslaughter use of electric prodders causes tougher beef meat. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.47, n.7, p.782-788, 2007.
- WATANABE, A.; DALY, C.C.; DEVINE, C.E. The effects of the ultimate pH of meat on tenderness changes during aging. **Meat Science**, v.42, n.1, p.67-78, 1996.
- WHEELER, T. L.; SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M. Tenderness classification of beef: III. Effect of the interaction between end point temperature and tenderness on Warner-Bratzler shear force values of beef *longissimus*. **Journal of Animal Science**, v.77, n.2, p.400-407, 1999.
- WHEELER, T.L.; SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M. **Shear force procedures for meat tenderness measurement**. Clay Center: Roman L. Hruska U.S. MARC. USDA, 2001. 7p.
- WILSON, J.R.; BRAY, R.W.; PHILLIPS, P.H. The effect of age and grade on the collagen and elastin content of beef and veal. **Journal of Animal Science**, v.13, n.13, p.826-831, 1954.
- WOESSNER JUNIOR, J.F. The determination of hydroxyproline in tissue and protein samples containing small proportions of this amino acid. **Archive of Biochemistry and Biophysics**, v. 93, n.3, p.440-447, 1961.
- WULF, D.M.; EMNETT, R.S.; LEHESKA, J.M. et al. Relationships among glycolytic potential, dark cutting (dark, firm and dry) beef, and cooked beef palatability. **Journal of Animal Science**, v.80, n.7, p.1895-1903, 2002.
- WULF, D.M.; MORGAN, J.M.; TATUM, J.B. et al. Effects of animal age, marbling score, calpastatin activity, sub-primal cut, calcium injection and degree of doneness on the palatability of steaks from Limousin steers. **Journal of Animal Science**, v.74, n.3, p.569-576, 1996.
- WYTHES, J.R.; SHORTHOSE, W.R. Chronological age and dentition effects on carcass and meat quality of cattle in northern Australia. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.31, n.2, p.145-152, 1991.
- YOUNG, O.A.; WEST, J.; HART, A.L. et al. A method of early determination of meat ultimate pH. **Meat Science**, v.66, n.2, p.493-498, 2004.