

Qualidade da carne de bovinos produzidos em pasto

Bridi, Ana Maria¹; Constantino, Camila²; Tarsitano, Marina Avena²

Resumo

O Brasil, nos últimos anos, se tornou o maior exportador mundial de carne bovina. A produção brasileira está baseada em animais criados em pasto, sendo o grupo genético mais utilizado o *Bos taurus indicus*, pelas suas características de adaptação ao clima e forragens tropicais. A produção em pasto, visando carne com qualidade, depende do valor nutricional da dieta ofertada. Bovinos terminados em pasto apresentam menor proporção de ácidos graxos ômega 6/ômega 3 e maior quantidade de CLA, ambos benéficos a saúde humana.

Introdução

O Brasil, nos últimos anos, se tornou o maior exportador mundial de carne bovina. A produção brasileira está baseada em animais criados em pasto, sendo o grupo genético mais utilizado o *Bos taurus indicus*, pelas suas características de adaptação ao clima e forragens tropicais. A produção intensiva de bovinos em pasto possibilita menores custos de produção da carne, além da geração de um produto saudável com qualidade nutricional elevada e de grande apelo mercadológico, o “boi verde”.

A produção em pasto, visando carne com qualidade, depende do valor nutricional da dieta ofertada aos animais. No Brasil, as pastagens tropicais, formadas exclusivamente de gramíneas, podem limitar o crescimento dos animais e causar efeitos negativos na qualidade da carne. Entretanto, bovinos terminados em pasto apresentam menor proporção de ácidos graxos ômega 6/ômega 3 e maior quantidade de CLA, ambos benéficos a saúde humana.

Os fatores que influenciam a qualidade dos produtos de origem animal podem ser controlados nas diversas etapas de sua produção através de manipulação dos fatores intrínsecos, como escolha de raças, do gênero e idade e dos fatores extrínsecos ao animal como nutrição e manejo, que afetam a velocidade de crescimento dos animais.

¹ Professora do Departamento de Zootecnia da UEL – www.uel.br/grupo-pesquisa/gpac

² Doutorandas Curso de Pós-Graduação em Ciência Animal da UEL

Qualidade da carne

Apesar do Brasil ser o maior exportador de carne bovina, a qualidade da carne aqui produzida é considerada regular pelo mercado internacional, tendo como atrativo o preço baixo, mas sem vantagens na qualidade .

O termo qualidade da carne é bastante amplo e abrange aspectos SENSORIAIS (cor, suculência, sabor, odor, maciez), FUNCIONAIS (pH, capacidade de retenção de água), NUTRICIONAIS (quantidade de gordura, perfil dos ácidos graxos, grau de oxidação, porcentagem de proteínas, vitaminas e minerais), SANITÁRIOS (ausência de agentes contagiosos como tuberculose, encefalopatia espongiforme bovina, Salmoneloses), SEGURANÇA ALIMENTAR (livre de antibióticos, hormônios, dioxina ou outras substâncias contaminantes), ÉTICOS (bem-estar do homem e do animal), PRESERVAÇÃO AMBIENTAL (se o modo de produção não afeta a sustentabilidade do sistema ou provoca poluição ambiental) e SOCIAIS (o não uso de mão de obra infantil e escrava).

Ao que se refere aos aspectos nutricionais, a carne bovina é criticada por possuir alta porcentagem de ácidos graxos saturados e colesterol, que estão relacionados com o aumento de incidência de doença cardiovasculares. No entanto, o consumo moderado de carne bovina, sem a capa de gordura, não ultrapassa as recomendações de ingestão diária de gorduras totais e saturadas pela World Health Organization (2003).

Além disso, a carne de bovinos é uma importante fonte de CLA (ácido linoléico conjugado) que são ácidos graxos benéficos a saúde humana que podem prevenir o aparecimento e desenvolvimento de algumas doenças. O consumo de carne vermelha é também importante para o desenvolvimento cognitivo. Além de ser uma importante fonte de ferro e proteína de alta biodisponibilidade é uma importante fonte das vitaminas do complexo B, principalmente de vitamina B12.

Independente do sistema de produção/alimentação as características que se espera de uma carcaça bovina são:

- provenientes de animais jovens;
- grau de acabamento 3 (entre 3 a 6 mm de espessura de gordura, medida na altura da última costela, no músculo *longissimus dorsi*);
- boa musculosidade (conformação) que está associado a quantidade de carne na carcaça;
- força de cisalhamento menor que 5 kgF;

- teor de lipídio intramuscular maior que 4% e inferior a 7%.
- alta razão AGPI (ácido graxo poliinsaturado)/AGS (ácido graxo saturado);
- baixa razão ômega 6/ômega 3.



Figura 01: Conformação esperada de um bovino bom produtor de carne. (a) maior largura entre as faces laterais da coxa; (b) musculatura desenvolvida no quarto traseiro e que leve essa musculatura para a parte inferior da perna; (c) carcaça com bom grau de acabamento.

Genética

Como a velocidade de crescimento dos bovinos apresenta relação direta com a quantidade e a qualidade da carne produzida, a escolha da raça é de suma importância na tentativa de obter uma composição de carcaça desejável. A genética e a idade de abate dos bovinos de corte podem afetar diretamente a qualidade da carne porque estas características têm forte influência no grau de acabamento da carcaça, na taxa de marmoreio da carne e no grau de solubilidade do colágeno.

A precocidade é a rapidez com que os bovinos alcançam a puberdade. Quanto menor for o tamanho do animal adulto, mais precoces eles atingem uma quantidade de gordura adequada na carcaça para o abate. A principal causa de uma raça ser mais precoce que outra ocorre em função do tamanho à maturidade (idade adulta) que pode ser de grande, médio ou pequeno porte.

As raças zebuínas como Nelore e Brahman (*Bos taurus indicus*) são tolerantes a parasitas, as altas temperaturas e são adaptadas a sistemas de produção em pasto. Esses fatores fazem com que este seja o grupo genético mais utilizado no Brasil, chegando a representar mais de 75% do rebanho nacional. As raças zebuínas apresentam precocidade intermediária quando comparada com as raças *Bos taurus taurus* continentais e britânicas.

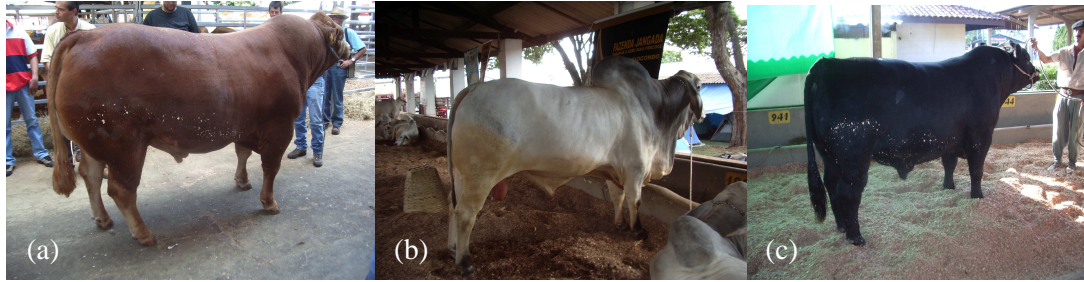


Figura 2: (a) raça Limousin, representante do *Bos taurus taurus* continentais, considerada uma raça tardia, (b) raça Brahman, representante do *Bos taurus indicus* considerada uma raça de precocidade intermediária; (c) raça Angus, representante do *Bos taurus taurus* britânico, considerada uma raça precoce.

Animais de raças de tamanho grande e musculosas, como Charolês, Chianina e Limousin (*Bos taurus taurus* continental) têm maiores taxa de crescimento, peso de abate e área de olho de lombo, indicando maior quantidade de carne na carcaça, porém são mais tardias para acumular gordura.

Já as raças de tamanho pequeno e musculatura moderada consideradas precoce, como Angus, Hereford e Shorthorn (*Bos taurus taurus* britânicos), apresentam menores ganhos, porém são mais precoces em termos de acabamento de carcaça, com maior espessura de gordura, pois diminuem antecipadamente a deposição de tecido magro em detrimento da deposição do tecido adiposo.

Uma opção para criação de bovinos em pasto é o cruzamento industrial, sendo que este propõe a combinação de duas ou mais raças adaptadas para corte de diferentes tipos biológicos, que tem por objetivo melhorar a eficiência na produção de carne. O aumento do peso e melhoria da qualidade das carcaças, estão entre os benefícios que os cruzamentos entre raças *Bos taurus taurus* e *Bos taurus indicus* (Tabela 1) proporcionam, de forma imediata, à pecuária de corte.

Em um estudo desenvolvido por Muniz & Queiroz (1999) verificou-se que bovinos criados em sistemas de pastoreio contínuo em brachiária (*B. brizantha*, *B. decumbens* e *B. ruzizienses*) e recebendo apenas suplementação mineral, os cruzamentos de Nelore x Charolês foram mais pesados aos 365 dias que os do cruzamento Nelore x Angus. Aos 550 dias de idade não houve diferença de peso entre os grupos, sugerindo que em idades mais avançadas houve limitação no crescimento dos animais cruzados com raças pesadas, nestas condições de alimentação.

Tabela 1: Desempenho da raça Charolês e Cruzamentos com Nelore, em porcentagem, em relação à raça Nelore (100%)

	Charolês*	Cruza Nelore x Charolês*	Cruza Nelore x Angus**
Peso de carcaça quente	15,90	20,20	17,70
Rendimento de carcaça	- 4,74	- 1,64	-1,62
Área de olho de lombo	24,70	21,30	12,50
Espessura de gordura	- 39,00	- 8,220	22,00
Porcentagem de músculo	23,30	24,40	-
Porcentagem de gordura	- 3,70	-13,70	-
Porcentagem de osso	13,40	15,60	-
Força de cisalhamento	-	-	-16,00

Fonte: *adaptado de Vaz e Restle (2001). Média dos cruzamentos entre Nelore x Charolês e Nelore x Angus. ** adaptado de Pereira, (2006).

A genética afeta também a maciez da carne de bovinos através da relação das enzimas calpaína/calpastatina. A calpaína é a principal protease responsável pelo amaciamento da carne no processo pós-morte de maturação, sendo a calpastatina o inibidor da calpaína. Vários estudos científicos demonstram que os bovinos *Bos taurus taurus* apresentam carne mais macia que a dos *Bos taurus indicus*, pois os zebuínos apresentam maior atividade das calpastatinas, que inibem a ação das calpaínas sobre a proteólise muscular. Entretanto alguns estudo mostram que a inclusão de até 25% de sangue zebu não afeta a maciez da carne bovina

Idade de abate

Em função da idade ocorre o crescimento dos animais caracterizado pelo aumento do peso, comprimento, altura e circunferência. O desenvolvimento dos tecidos que compõe o corpo do animal ocorre em uma sequência já estabelecida, sendo que ao nascer o tecido nervoso dos bezerros já está praticamente formado, em sequência se deposita o ósseo, o muscular e por fim o adiposo, caracterizando um crescimento alométrico em que cada tecido possui uma velocidade diferente de crescimento.

A consequência é que com o avançar da idade, as carcaças irão apresentar maior porcentagem de gordura e com maior taxa de marmoreio, assim, a idade em que o animal será abatido irá influenciar a composição da carcaça, ou seja, a relação osso/carne/gordura. Com relação as características químicas, o conteúdos de água e proteína irão reduzir com o avançar da idade, aumentando a proporção de lipídios (Figura 3).

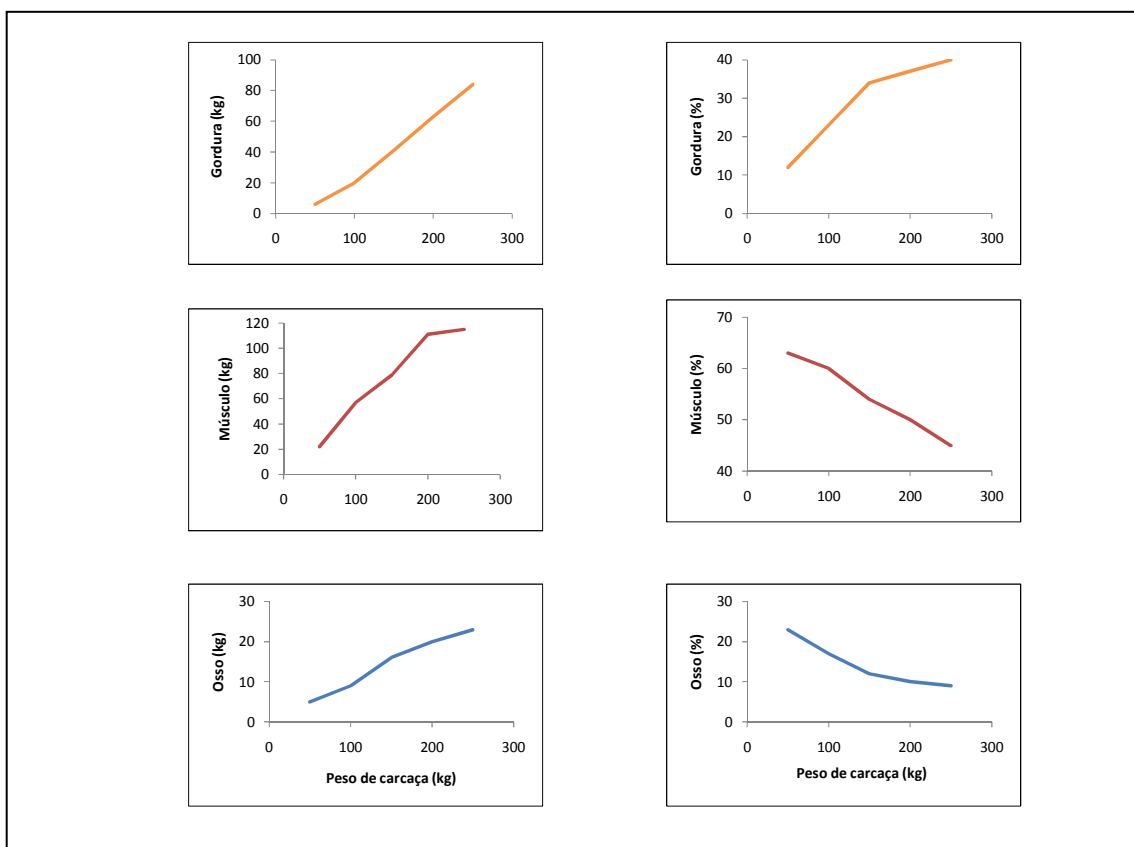


Figura 3: Quantidade e porcentagem de gordura, músculo e ossos em carcaças de bovinos em função da idade.

Fonte: Adaptado de Warris (2000).

Existe uma ligação direta do conteúdo de colágeno, idade do animal e maciez da carne. Com o avançar da idade do animal há um aumento do número de ligações cruzadas termoestáveis do colágeno (piridinolina), fazendo com que ele se torna menos solúvel na cocção e tornando a carne mais dura. Com o aumento da maturidade das carcaças ocorre um acréscimo significativo na força de cisalhamento das carnes.

Gênero

Devido ao dimorfismo sexual, o desenvolvimento dos tecidos é diferente entre os gêneros (macho, macho castrado e fêmea). Em todas as espécies, os machos apresentam uma taxa anabólica de deposição de tecido muscular superior a das fêmeas e a deposição de tecido adiposo é mais tardia. Ao abate, em idades semelhantes, as fêmeas irão apresentar maior quantidade de tecido adiposo em relação aos machos. Os bovinos castrados apresentam uma taxa intermediária de deposição de tecido adiposo.

Sistemas de produção em pasto tropical e que visa a redução na idade de abate, a não castração pode acentuar a falta de deposição de gordura nos machos. Em um estudo Restle et

al. (2000) constatou que animais inteiros apresentaram maiores pesos de abate (425 kg x 399 kg dos castrados) e carcaça (238 kg x 223 kg dos castrados), maior porcentagem de dianteiro, melhor conformação e maior porcentagem de músculo na carcaça quando comparados aos castrados. Entretanto, os castrados mostraram maior porcentagem de serrote, costilhar e maior espessura de gordura (4,6 mm castrados e 2,5 mm inteiros).

O baixo grau de acabamento em machos inteiros pode afetar a maciez da carne. Uma carcaça bem acabada (espessura de gordura maior que 3 mm, distribuída uniformemente na carcaça) evita o encurtamento dos sarcômeros pelo frio, pois a gordura serve como um isolante térmico, reduzindo a velocidade de resfriamento das carcaças. O sarcômero é a área de uma fibra muscular delimitada por duas linhas Z, sendo a unidade contrátil da célula. O tamanho final alcançado pelos sarcômeros no músculo no *rigor mortis* determina a maciez da carne (correlação positiva 0,80).

Os bovinos inteiros apresentam maior atividade da calpastatina. A presença da testosterona nestes animais, que é um hormônio anabólico, aumenta a atividade da calpastatina, o que reduz a degradação protéica e favorece a deposição muscular. Quando o animal é abatido, a calpaína, que é uma das principais enzimas responsáveis pelo amaciamento da carne é inibida pela alta concentração de calpastatina, reduzindo a proteólise nesta categoria animal.

Alimentação

Vários trabalhos descrevem a qualidade da carcaça e carne de animais terminados em pasto e terminados em confinamento, o consenso é que os animais quando terminados em confinamento têm maior rendimento, grau de acabamento, menor perda no resfriamento e carne mais macia.

Bovinos terminados em confinamento apresentam maior rendimento de carcaça em detrimento de animais terminados em pasto, pois produzem carcaças com maior acabamento. Macedo et al. (2001) trabalhando com diferentes tipos de alimentação observou rendimento de 58,91% para animais confinados e 56,36% para animais terminados em pastejo.

Em relação a qualidade da carne, a coloração do músculo pode ser afetada pelo tipo de terminação. Animais terminados em pastagem apresentam coloração mais escura do que animais confinados, e explica que tal diferença pode ocorrer devido a idades diferentes e quantidade de exercício físico, o que aumenta a quantidade de mioglobina no músculo.

Outro fator que pode colaborar para as diferenças na cor da carne mais escura e menor maciez é o maior estresse pré-abate, animais confinados estão mais acostumados ao manejo e

se estressam menos no abate do que animais terminados em pasto, podendo gerar desta forma a carne DFD (cor escura, textura firme e que retém muita água) que ocorre por estresse no período pré-abate reduzindo as reservas de glicogênio.

Os consumidores consideram a maciez da carne como a característica organoléptica mais importante. Animais terminados em pasto ou em confinamento apresentam diferenças na maciez de suas carnes (Tabela 2), sendo a idade em que estes animais são abatidos um dos fatores que devem ser considerados.

Animais que são criados exclusivamente em pasto passam por períodos de seca e de subnutrição, desta forma para alcançar o peso de abate levam mais tempo do que animais confinados, que tem fornecimento de alimento para suprir a demanda da manutenção e ganho de peso durante todo o período.

Se os animais criados em pasto demorarem mais tempo para alcançar o peso de abate, ocorre o aparecimento das ligações cruzadas intra e intermoleculares do colágeno, que se tornam estáveis molecularmente, de difícil desnaturação, tornando a carne mais dura após o cozimento. Sendo uma das principais estratégias para garantias de carnes macias é a redução na idade de abate.

Tabela 2: Diferença na maciez da carne entre bovinos terminados em confinamento e em pasto

	Força de Cisalhamento (kgF)	
	Pastagem	Confinamento
Macedo et. al., 2001	5,12±1,06	4,28±0,83
Vaz et al., 2007	9,23±0,59	7,27±0,59
Menezes et al., 2010	3,57±0,20	1,92±0,20

Outro fator que afeta a maciez da carne é a quantidade de exercício. Bovinos que se movimentam mais apresentam maior quantidade de colágeno. Os animais devem ter oferta de forragens de alta qualidade com alta densidade calórica e nutrientes disponíveis, o que pode reduzir a busca por alimento e desta forma reduzir a quantidade de exercício.

A maciez da carne também está ligada ao grau de acabamento das carcaças e teor de gordura intramuscular da carne. O grau de acabamento garante a carcaça proteção contra o frio das câmaras de resfriamento, ou seja, ele garante que a temperatura da carcaça caia gradativamente prevenindo o encurtamento dos sarcômeros e reduzindo as perdas por desidratação no resfriamento.

A deposição de gordura nos animais depende, além do grupo genético, do ganho de peso diário, maturidade e densidade energética da dieta. Animais alimentados com

concentrado ingerem maior quantidade de energia, apresentando maiores taxas de crescimento, o que afeta de forma positiva a maciez e suculência da carne. Devido a estes fatores, as carcaças de animais confinados apresentam maior grau de acabamento e maior gordura intramuscular do que a dos animais terminados em pasto, quando são expostos a similar tempo de terminação. Bressan et al. (2011) verificaram 2,5 vezes mais gordura intramuscular nos bovinos terminados em confinamento (50% de silagem de cana-açúcar, 50% de grãos) em relação aos terminados em pasto (*Brachiarias* e *Panicum*), 7,65% contra 3,16%. A gordura intramuscular garante à carne mais suculência, aroma, sabor e maciez (Figura 4).

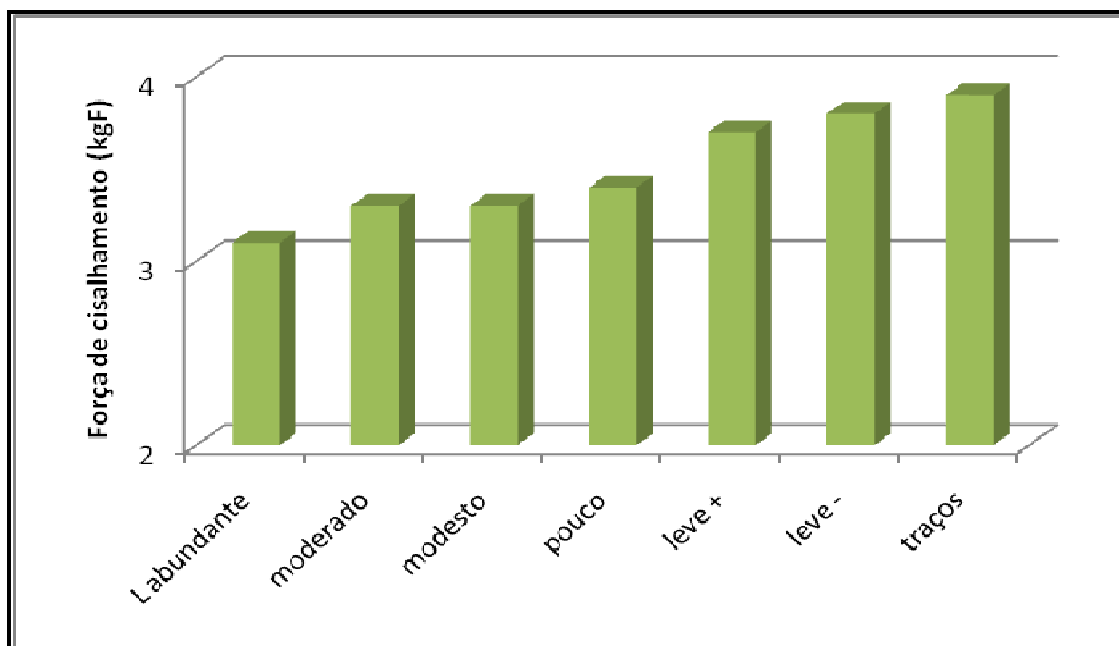


Figura 4: Influência do grau de marmoreio na maciez da carne bovina
Fonte: adaptado de Savell et al. (1987).

Ao avaliar a qualidade sensorial de carnes tipificadas pelo padrão USDA *Quality Grade*, que leva em conta a maturidade e o grau de marmoreio da carne. Smith et al. (1987) utilizando uma escala hedônica de 2 (extremamente indesejável) a 8 (extremamente desejável), verificaram que somente 5,6% dos painelistas classificaram carne *prime* com escore abaixo de 5. No entanto, quase 60% dos painelistas aplicaram nota inferior a 5 para a carne do tipo *standard*, (Figura 5). A maciez da carne também variou entre as categorias. A carne classificada como *prime* obteve uma média de 3,02 kgF para ser cisalhada passando para 4,76 kgF na carne *standard*.

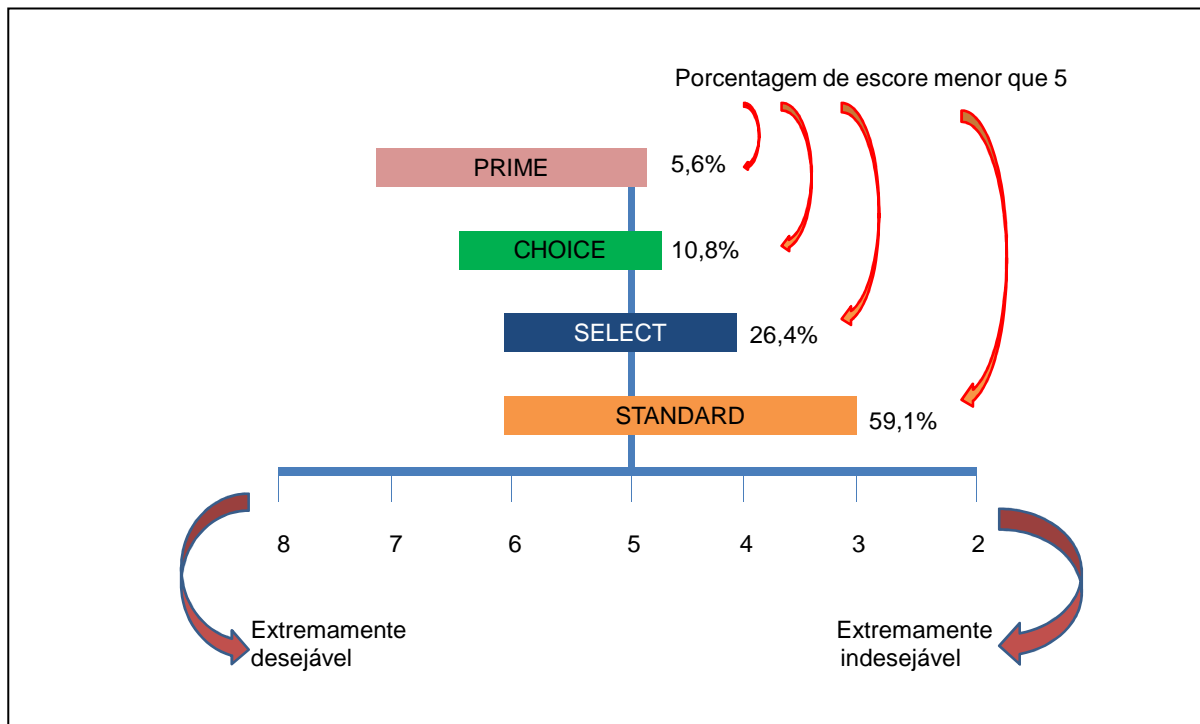


Figura 5: Influência do grau de marmorização na qualidade sensorial da carne.
 Fonte: adaptado de Smith et al. (1987)

A gordura também confere valor nutritivo, como fonte de energia, de ácido graxos essenciais e de vitaminas lipossolúveis. Entretanto, a composição dos ácidos graxos da gordura da carne de bovinos, por suas implicações na saúde humana, tem recebido considerável interesse. O teor de lipídios, colesterol e a proporção de ácidos graxos saturados são considerados fatores de risco na ocorrência de doenças cardiovasculares, entretanto, os ácidos graxos poliinsaturados oferecem proteção ao sistema cardiovascular.

A composição de ácidos graxos na carne (músculo e tecido adiposo) é importante porque determina o valor nutricional e afeta a sua qualidade, como o prazo de validade e o *flavor*. A razão ideal entre ácidos graxos insaturados (AGPI)/ácidos graxos saturados (AGS) indicado para a dieta humana é maior que 0,45.

A qualidade da carne dos bovinos, no que diz respeito à composição dos ácidos graxos, pode ser melhorada através de alterações na dieta destes animais. Essa manipulação em ruminantes não é muito simples, devido às características dos processos digestórios destes animais. Os ácidos graxos insaturados presentes nos alimentos, quando alcançam o rúmen, sofrem hidrogenação parcial pela flora microbiana, fato que confere baixa razão AGPI/AGS na carne de ruminantes.

Apesar da biohidrogenação, os bovinos apresentam diferentes composições de ácidos graxos na carne em razão da dieta. Animais que se alimentam exclusivamente de gramíneas

apresentaram menor quantidade de ácidos graxos saturados na carne, e os teores de ácidos graxos insaturados, principalmente os poliinsaturados, são maiores, resultando em maior razão AGPI/AGS (Tabela 3). Estes resultados apontam que a carne de bovinos criados em pasto possuem um melhor perfil de ácidos graxos trazendo benefícios a saúde humana. Dietas com grandes quantidades de grãos aumentam a taxa de biohidrogenação no rúmen, o que transforma ácidos graxos insaturados em saturados.

Tabela 3: Diferença razão entre ácidos graxos insaturados (AGPI)/ácidos graxos saturados (AGS) entre bovinos terminados em confinamento e em pasto

	Razão AGPI/AGS	
	Pastagem	Confinamento
Enser et al., 1998	0,08	0,21
French et al., 2000	0,13	0,09
Garcia et al., 2008	0,21	0,27
Bressan et al., 2011	0,09	0,05

Independente do sistema de produção, o aumento da gordura na carcaça eleva os níveis de ácidos graxos monoinsaturados e saturados e diminuem a proporção de ácido graxo poliinsaturado, resultando no declínio da razão AGPI/AGS.

A relação entre ácidos graxos ômega 6/ômega 3 encontrado nos alimentos é importante para a saúde humana. A World Health Organization (2003) indica uma razão de consumo de ômega6/ômega 3 menor que 4 (quatro). Maiores proporções de ômega 3 na dieta em humanos é importante para evitar o aparecimento de doenças coronarianas, autoimunes, câncer de mama, próstata e cólon e artrite reumatóide. Pesquisas têm demonstrado que bovinos alimentados em pasto apresentam maior quantidade de ômega 3 na carne enquanto que os alimentados com grãos apresentam maior proporção de ômega 6 (Tabela 4).

Tabela 4: Diferença razão entre ômega6/ômega3 entre bovinos terminados em confinamento e em pasto

	Razão ômega6/ômega3	
	Pastagem	Confinamento
Enser et al., 1998	1,32	9,20
French et al., 2000	2,33	4,14
Garcia et al., 2008	1,72	10,38
Bressan et al., 2011	1,57	5,61

Estas diferenças ocorrem porque as gramíneas possuem maior concentração de ácidos linolênico (ômega 3), enquanto que os grãos são ricos em ácido linoléico (ômega 6). Nas forragens a quantidade de ômega 3 diminui com a maturação.

As diferenças na composição de ácidos graxos, provocado pela dieta, podem alterar as características sensoriais da carne. Comparando bovinos com o tempo controlado de terminação, Mandell et al. (1998) verificaram que a carne de bovinos alimentados com forrageiras apresentou menor intensidade de *flavor* de carne e maior intensidade de *off flavor*. Os autores atribuíram essas diferenças aos maiores níveis de ácido linolênico (ômega 3) e menor de ácido oléico (C18:1) na carne dos bovinos alimentados com forrageiras. O *flavor* da carne é correlacionado positivamente com o ácido oléico e negativamente com o ácido linolênico.

Um ponto importante é que o aumento dos níveis de ácidos graxos insaturados pode levar à oxidação lipídica na carne, o que irá reduzir a sua palatabilidade e o prazo de validade da mesma.

Ao comparem bovinos com diferentes dietas Warren et al. (2008) verificaram que os animais alimentados com silagem de gramíneas apresentaram maiores quantidades de vitamina E no plasma e nos músculos, em relação aqueles alimentados com grãos. O aumento de vitamina E resultou em carnes com menores índices de oxidação lipídica e maior estabilidade da cor. Na carne destes animais, o croma que mede a intensidade da cor vermelha, manteve-se por mais dias (média de 3 dias) acima do valor 18, que é o valor de corte para o índice de prazo de validade da carne.

Animais criados em pasto apresentam maior quantidade de ácido linoléico conjugado (CLA) do que animais confinados (Tabela 5). O isômero CLA mais encontrado na gordura bovina é o 18:2 cis 9 trans 11, também chamado de ácido rumênico, que representa mais de 90% dos CLAs da gordura intramuscular e subcutânea. Este ácido graxo tem importância na nutrição e saúde humana, pois podem agir como anticarcinogênico, antioxidante, antidiabético e imunestimulatório. A maior fonte de CLA da dieta humana são os produtos de origem de animais ruminantes.

Tabela 5: Diferença na quantidade de CLA entre bovinos terminados em confinamento e em pasto

	CLA (mg/100 g)	
	Pastagem	Confinamento
French et al., 2000	1,08	0,37
INTA, 2003	0,71	0,29
Garcia et al., 2008	0,72	0,31

Grande parte do CLA presente na carne de ruminantes (70 a 80%) ocorre pela dessaturação endógena nos tecidos do ácido vaccênico (18:1 trans 11) catalizado pela enzima

endógena Δ^9 -dessaturase. O ácido vaccênico é formado em maiores quantidades no rúmen de animais alimentados em pasto, enquanto que o 18:1 trans 10 é formado em maiores quantidades naqueles alimentados com grãos, e não forma CLA endógeno.

O CLA é também formado pela biohidrogenação parcial no rúmen do ácido linoléico, catalizado pela enzima ácido linoléico catalase produzida principalmente pelas bactérias *Butyrivibrio fibrosolvens* presentes no rúmen. Mesmo quando as dietas apresentam a mesma quantidade de ácido linoléico, aquelas que possuem maior quantidade de forragem fresca, produzem maior quantidade de CLA, possivelmente por promover o desenvolvimento das bactérias *Butyrivibrio fibrosolvens*. Assim como o ômega 3, a quantidade de CLA diminui com a maturação das forragens.

A alimentação também pode afetar a coloração da gordura da carcaça, geralmente a terminação no confinamento pouco interfere na cor deste componente, entretanto, a terminação em pasto pode influenciar a cor da gordura e deixá-la mais amarela devido a presença de carotenóides nas gramíneas. Esta coloração mais amarelada não é bem recebida pelos consumidores, que ligam a tonalidade a animais mais velhos.

Do ponto de vista nutricional, os carotenóides são importantes na dieta humana, pois são convertidos em Vitamina A (retinol) no organismo. Esta vitamina lipossolúvel é fundamental para a visão, crescimento ósseo, reprodução, divisão celular e manutenção da integridade das membranas. A suplementação excessiva de vitamina A pode ser tóxica e interfere na absorção de cálcio. Entretanto, a suplementação com beta-carotenóides é uma fonte segura de vitamina A. Bovinos criados em pasto acumulam o dobro de carotenóides na carne, comparados com os do confinamento (87 μg versus 41 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ de carne), suprimindo 10% da recomendação de ingestão humana diária.

Soluções para melhorar a qualidade da carne

A estimulação elétrica pode ser uma forma de melhorar a maciez da carne de bovinos. Constitui na passagem de uma corrente elétrica pela carcaça que provoca violentas contrações acelerando a glicogenólise anaeróbica e a queda do pH. Esta ação reduz o período para o estabelecimento do rigor, podendo evitar o encurtamento dos sarcômeros provocado pelo frio.

A maciez melhora também porque o estímulo elétrico ativa as enzimas proteolíticas pela acidificação do meio e provoca a ruptura física das miofibrilas pela intensa contração muscular. Em carcaças de nelores machos, a estimulação elétrica melhorou a maciez da carcaça passando de 5,30 kgF para 4,65 kgF após a estimulação (Tarsitano et al., não publicado).

A maciez da carne também pode ser melhorada pela maturação. A maturação consiste em estocar a carne *in natura* por um período de tempo em temperaturas acima do congelamento. O processo consiste em permitir uma ação prolongada das proteases naturalmente presentes nas carnes. As calpaínas são as proteases mais importantes no processo de maturação. Elas são ativadas pelo cálcio intracelular e agem degradando algumas proteínas estruturais do sarcômero. A calpastatina é inibidora da calpaína e bloqueia a ação dela sobre as proteínas estruturais, fazendo com que não ocorra o amaciamento provocado pela maturação.

Carnes com alta atividade de calpastatina no primeiro dia *post mortem* necessitam de maior força para serem cortadas, como é o caso de animais com sangue zebuíno que apresentam maior relação calpastatina:calpaína.

Para animais cruzados com até 50% de sangue zebuíno, a carne deve ser maturada por pelo menos 7 dias para excluir a diferença entre genótipos (*Bos taurus indicus* e *Bos taurus taurus*) na maciez.

Conclusão

A produção de carne em pasto pode ser uma maneira de agregar valor a carne produzida no Brasil, principalmente por melhorar a qualidade da gordura, aumentando os níveis de ômega 3 e CLA. Entretanto este sistema de produção deve garantir o desenvolvimento adequado dos animais, visando o abate de animais jovens.

Referências Bibliográficas

- ARBOITTE, M.Z.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; PASCOAL, L.L.; PACHECO, P.S.; SOCCAL, D.C. Características da carcaça de novilhos 5/8 Nelore – 3/8 Charolês abatidos em diferentes estágios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.969-977, 2004.
- ALVES, D.D.; GOES, R.H.T.B.; MANCIO, A.B. Maciez da carne bovina. *Ciência Animal Brasileira*, v.6, n.3, p.135-149, 2009.
- BARBOSA, P.F. Raças e estratégias de cruzamento para produção de novilhos precoces. I Simpósio de Produção de Gado de Corte, **Anais...** Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP, 1999.
- BAUMAN, D.E.; BAUMGARD, B.A.; CORL, B.A.; GRIINARI, J.M. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. *Proceedings of the American Society of Animal Science*, p.1-15, 1999.

- BIANCHINI, W.; SILVEIRA, A.C.; JORGE, A.M.; ARRIGONI, M.B.; MARTINS, C.L.; RODRIGUES, E.; JANAÍNA CONTE HADLICH, J.C.; ANDRIGHETTO, C. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2109-2117, 2007.
- BRESSAN, M.C. et al. Genotype × environment interactions for fatty acid profiles in *Bos indicus* and *Bos taurus* finished on pasture or grain. **Journal of Animal Science**, n.89, p.221-232, 2011.
- BRIDI, A.M.; CONSTATNTINO, C. Qualidade e Avaliação de Carcaças e Carnes Bovinas. 31º Congresso Paranaense dos Estudantes de Zootecnia, **Anais...CD-ROOM** Maringá – PR, 2010. Disponível em <http://www.uel.br/grupo-pesquisa/gpac/pages/arquivos/texto%20palestra%20maringa%202010.pdf>
- CORL, B.A.; BAUMGARD, L.H.; DWYER, D.A.; GRINARI, J.M.; PHILLIPS, B.S.; BAUMAN, D.E. The role of Δ^9 - desaturase in the production of cis-9, trans-11 CLA. **Journal of Nutritional biochemistry**, v.12, p.622-630, 2001.
- CROUSE, J.D.; CUNDIFF, L.V.; KOC, R.M.; KOOHMARAIE, M.; SEIDEMAN. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. **Journal of Animal Science**, v.67, p.2661-2668, 1989.
- DIAS-FILHO, M.B. **Produção de bovinos em pasto na fronteira agrícola**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. Documentos / Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1983-0513; 368, 32p.
- ENSER, M.; HALLET, K.G.; HEWETT, B.; FURSEY, G.A.J.; WOOD, J.D.; HARRINGTON, G. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. **Meat Science**, v.49, n.3, p.329-341, 1998.
- FELICIO, P.E. Carne de touro jovem. In: “Seminario e Workshop: Preservação e acondicionamento de carne bovina in natura”, **Anais... ITAL**, Campinas, SP, p.27-34, 1997.
- FOOREST, R.J. Effect of high concentrate feeding on the carcass quality and fat coloration of grass-reared steers. **Canadian Journal Animal Science**, v.61, p.575-580, 1981.
- FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage or concentrate-based diets. **Journal of Animal Science**, v.78, p.2849-2855, 2000.
- GARCIA, P.T.; PENSEL, N.A.; SANCHO, A.M.; LATIMORI, N.J.; KLOSTER, A.M.; AMIGONE, M.A.; CASAL, J.J. Beef lipids in relation to animal breed and nutrition in Argentina. **Meat Science**, v. 79, p.500–508, 2008.
- HADLICH, J.C. **Metodologias de análise de maciez como parâmetro de qualidade de carne de bovinos de diferentes Grupos genéticos e idades**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Área de Concentração: Nutrição e Produção Animal, como

parte das exigências para obtenção do título de Mestre). Universidade Estadual Paulista Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu – SP Novembro- 2003.

HADLICH, J.C.; MORALES, D.C.; SILEVEIRA, A.C.; OLIVEIRA, H.N.; CHARDULO, L.A.L. Efeito do colágeno na maciez na carne de bovinos de distintos grupos genéticos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.28, n.1, p.57-62, 2006.

KOOHMARAIE, M. Muscle proteinases and meat ageing. **Meat Science**, v.36, p.93-104, 1994.

LADEIRA, M.M.; OLIVEIRA, R.L. **Estratégias nutricionais para melhoria da carcaça bovina**. In: II Simpósio sobre Desafios e novas tecnologias na Bovinocultura de Corte. 2006. Disponível em: <http://www.upis.br/simboi/anais/estrat%20E9gias%20nutricionais%20para%20melhoria%20da%20carca%20E7a%20bovina%20-%20m%20Elrcio%20machado%20ladeira.pdf>

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. Ed.1. São Paulo: o próprio autor, 2000, v.1, 134p.

MACEDO, M.P.; BASTOS, J.F.P.; BIANCHINI SOBRINHO, E.; RESENDE, F.D.; FIGUEREDO, L.A.; RODRIGUES NETO, A.J. Características de carcaça e composição corporal de touros jovens da raça Nelore terminados em diferentes sistemas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1610-1620, 2001.

MANDELL, I. B., BUCHANAN-SMITH, J. G., CAMPBELL, C. P. Effects of forage vs grain feeding on carcass characteristics, fatty acid composition, and beef quality in Limousin-cross steers when time on feed is controlled. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2619-2630, 1998.

MANELLA, M.Q. **As vantagens de cruzar**. *Revista Cultivar Bovinos*, n.4, p.8-11, fevereiro de 2004.

MENEZES, L.F.G.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; SILVEIRA, M.F.; FREITAS, L.S.; PIZZUTI, L.A.D. Características da carcaça e da carne de novilhos superjovens da raça Devon terminados em diferentes sistemas de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.667-676, 2010.

MORGAN, J.B.; WHEELER, T.L.; KOOHMARAIE, M.; SAVELL, J.W.; CROUSE, J.D. Meat tenderness and the calpain proteolytic system in longissimus muscle of young bulls and steers. **Journal Animal Science**, v.71, p.1471-1476, 1993.

MUNIZ, C. A. S. D.; QUEIROZ, S.A. Avaliação das características de crescimento de animais Nelore puros e cruzados no Estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.28, p.713-720, 1999.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirement of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C., 1996. 232p.

NEELY, T.R.; LORENZEN, C.L.; MILLER, R.K.; TATUM, J.D.; WISE, J.W.; TAYLOR, J.F.; BUYCK, M.J.; REAGAN, J.O.; SAVELL, J.W. Beef customer satisfaction: role of

- cut, USDA quality grade, and city on in-home consumer ratings. **Journal of Animal Science**, v.76, p.1027-1032, 1998.
- NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; NUERNBERG, G.; ENDER, K.; VOIGT, J.; SCOLLAN, N.D.; WOOD, J.D.; NUTE, G.R.; RICHARDSON, R.I. Effect of a Grass-based and a concentrate feeding system on meat quality characteristics and fatty acid composition of different cattle breeds. **Livestock Production Science**, v.94, n.1-2, p.137-147, 2005.
- NURNBERG, K., WEGNER, J., ENDER, K. Factors influencing fat composition in muscle and adipose tissue of farm animals. **Livestock Production Science**, v.56, p.145-156, 1998.
- O'CONNOR, S.F.; TATUM, J.D.; WULF, D.M.; GREEN, R.D.; SMITH, G.C. Genetic effect on beef tenderness in *Bos indicus* composite and *Bos taurus* cattle. **Journal Animal Science**, v.75, p.1822-1830, 1997.
- PAULINO, M.F.; ZERVODAKIS, J.T.; MORAES, E.D.H.B.K.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. **Bovinocultura de ciclo curto em pastagens**. In: III Simpósio de Produção de Gado de Corte. 2006. Disponível em http://www.simcorte.com/index/palestras/t_simcorte/12_mario_paulino.PDF
- PEREIRA, A.S.C. **Características qualitativas da carcaça e da carne das progênes de touros representativos da raça nelore (*Bos indicus*) e de diferentes grupos genéticos**. Tese (Doutorado em Zootecnia). Pirassununga, Universidade de São Paulo, 114p. 2006.
- PRINGLE, T.D.; WILLIAMS, S.E.; LAMB, B.S.; JOHNSON, D.D.; WEST, R.L. Carcass characteristics, the calpain proteinase system, and aged tenderness of Angus and Brahman crossbred steers. *Journal of Animal Science*, v.75, p.2955-2961, 1997.
- RESTLE, J.; VAZ, F.N.; FEIJÓ, G.L.D.; BRONDANI, I.L.; ALVES FILHO, D.C.; BERNARDES, R.A.C.; FATURI, C.; PACHECO, P.S. Características de Carcaça de Bovinos de Corte Inteiros ou Castrados de Diferentes Composições Raciais Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1371-1379, 2000.
- ROSSATO, L.V.; BRESSAN, M.C.; RODREIGUES, E.C.; CAROLINO, M.I.A.C.M.; BESSA, R.J.B.; ALVES, S.P.P. Composição lipídica de carne bovina de grupos genéticos taurinos e zebuínos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1841-1846, 2009.
- RUBENSAN, J.M., FELICIO, P.E., TERMIGNONI, C. Influência do genótipo *Bos indicus* na atividade de calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no sul do Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.4, 1998.
- SAVELL, J.W.; BRANSON, R.E.; CROSS, H.R.; STIFFLER, D.M.; WISE, J.W.; GRIFFIN, D.B.; SMITH, G.C. National consumer retail beef study: palatability evaluations of beef loin steaks that differed in marbling. **Journal of Food Science**, v.52, n.3, p.517-519, 1987.
- SMITH, G.C.; BERRY, B.W.; SAVELL, J.W.; CROSS, H.R. USDA maturity indices and palatability of beef rib stakes. **Journal Food Quality**, v.11, n.1, p.1-13, 1988.

- SMITH, G.C.; SAVELL, J.W.; CROSS, H.R.; CARPENTER, Z.L.; MURPHEY, C.E.; DAVIS, G.W.; ABRAHAM, H.C.; PARRISH, F.C.; BERRY, B.W Relationship of USDA quality grades to palatability of cooked beef. **Journal of Food Quality**, v.10, n.4, p.269-286, 1987.
- VAZ, F.N.; RESTLE, J.; PADUA, J.T.; METZ, P.A.M.; MOLETTAS, J.L.; FRENANDES, J.J.R. Qualidade da carcaça e da carne de novilhos abatidos com pesos similares, terminados em diferentes sistemas de alimentação. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.1, p.31-40, 2007.
- VAZ, F.N., RESTLE, J. Efeito de raça e heterose para características de carcaça de novilhos da primeira geração de cruzamentos entre o charolês e o nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.409-416, 2001.
- WARREN, H.E.; SCOLLAN, N.D.; NUTE, G.R.; HUGHES, S.I.; WOOD, J.D.; RICHARDSON, R.I. Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. II: Meat stability and flavor. **Meat Science**, v.78, p.270–278, 2008.
- WARRIS, P.D. The handle of cattle preslaughter and its effects on carcass and meat quality. **Applied Animal Behaviour Science**, v.28, p171-186, 2000.
- WHEELER, T. L., CUNDIFF, L. V., KOCH, R. M. Koch. Effect of Marbling Degree on Beef Palatability in *Bos taurus* and *Bos indicus* Cattle. **Journal Animal Science**, v.72, p.3145-3151, 1994.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases**. Geneva: Technical Report Series, n. 916, 2003.