

FATORES QUE INFLUENCIAM A QUALIDADE DA CARNE BOVINA: ASPECTOS PRÉ E PÓS ABATE

FACTORS THAT INFLUENCE THE QUALITY OF BEEF: PRE AND POST SLAUGHTER ASPECTS

¹BACHIEGA, Michele Palosqui; ¹CAMARGO, Renata Franco; ²BRAGA, Mariana Lima

¹Discente de Medicina Veterinária – Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos-Unifio/FEMM

²Docente de Medicina Veterinária – Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos-Unifio/FEMM

RESUMO

A bovinocultura de corte tem papel central na economia brasileira, destacando o país entre os maiores produtores e exportadores de carne bovina. A qualidade do produto final, no entanto, depende de múltiplos fatores, que incluem genética, nutrição, sexo dos animais e, de forma marcante, os manejos pré e pós-abate. O presente trabalho reuniu informações de diferentes estudos sobre esses aspectos, enfatizando, por exemplo, a influência e importância da nutrição e a necessidade em evitar-se estresse decorrente pelo transporte do animal, o que influenciam diretamente na composição muscular e nas características sensoriais da carne. Constatou-se que falhas de manejo, como uso inadequado de instrumento ou transporte prolongado, podem gerar contusões e alterações no pH, resultando em carnes PSE (pálidas e exsudativas) ou DFD (escuras e secas), ambas de baixo valor comercial. Também se verificou que práticas pouco criteriosas aumentam os riscos de contaminação por agentes como *Salmonella* e *E. coli*. Dessa forma, conclui-se que a integração entre boas práticas de manejo, genética adequada e nutrição balanceada são fundamentais para garantir uma carne de qualidade, atendendo às exigências do mercado e assegurando maior sustentabilidade à cadeia produtiva.

Palavras-chave: carne bovina; bem-estar animal; manejo pré e pós-abate; qualidade da carne; sustentabilidade

ABSTRACT

Beef cattle production plays a central role in the Brazilian economy, placing the country among the world's leading producers and exporters of beef. The quality of the final product, however, depends on multiple factors, including genetics, nutrition, animal sex and, most notably, pre- and post-slaughter management. This study gathered information from different sources addressing these aspects, emphasizing, for instance, the influence and importance of nutrition and the need to avoid stress caused by animal transportation, which directly affects muscle composition and the sensory attributes of meat. It was found that management failures, such as the improper use of handling tools or prolonged transportation, can cause bruising and pH alterations, resulting in PSE (pale, soft, exudative) or DFD (dark, firm, dry) meat, both with low commercial value. In addition, poorly conducted practices were associated with increased risk of contamination by pathogens such as *Salmonella* and *E. coli*. Therefore, the integration of good management practices, appropriate genetics and balanced nutrition is essential to ensure high-quality beef, meeting market demands and contributing to greater sustainability in the production chain.

Keywords: beef; animal welfare; pré and post-slaughter management; meat quality; sustainability.

INTRODUÇÃO

A pecuária de corte exerce papel de destaque na economia brasileira, sustentada pela diversidade de raças utilizadas, pelos diferentes sistemas de produção e pelas condições sanitárias exigidas em cada etapa (Ferraz; De Felício,

2010; Cinquini Filho *et al.*, 2011). O país possui o segundo maior rebanho comercial de bovinos do mundo, ficando atrás apenas da Índia, além de ocupar posição de destaque como segundo maior exportador e também consumidor de carne bovina (Melo *et al.*, 2016).

A preocupação com a quantidade produzida tem sido acompanhada pela crescente exigência dos consumidores em relação à qualidade do produto a ser comprado e consumido, o que torna fundamental a atenção aos processos de manejo pré e pós-abate. Tais cuidados abrangem desde a permanência dos animais na propriedade até o transporte e a chegada ao frigorífico. A produção, portanto, deve ser pautada na sustentabilidade e no bem-estar animal, de modo a atender ao mercado consumidor, garantir renda ao produtor e evitar riscos à saúde pública (Do Amaral *et al.*, 2019).

Cada etapa do manejo impacta diretamente na qualidade final da carne, sendo essencial identificar fatores de risco para reduzir problemas que possam comprometer o produto. Entre os principais parâmetros que influenciam as características da carne estão o genótipo, a alimentação, o sexo e a idade dos animais (Rotta *et al.*, 2009; Guerrero *et al.*, 2013a; Guerrero *et al.*, 2013b). Outros pontos também merecem atenção, como o embarque, que pode gerar estresse e esforço físico, modificando o metabolismo *post mortem*, a acidez muscular e a velocidade da glicólise. Assim, a redução de agitação e de contusões durante o transporte é indispensável para preservar a qualidade da carcaça (Arruda *et al.*, 2016).

O uso inadequado de instrumentos de condução representa outro desafio, já que, se mal aplicados, podem causar estresse e lesões. O manejo correto prevê que esses equipamentos só sejam utilizados em regiões específicas, como acima do jarrete, e por tempo máximo de um segundo (Ludtke *et al.*, 2012). A condução inadequada pode provocar fraturas e hematomas, resultando em perdas econômicas no momento do toailete da carcaça, sobretudo em áreas como quarto, vazio, costela, dianteiro e lombo (Melo *et al.*, 2016). Quando cortes de maior valor, a exemplo do contrafilé, quarto traseiro e picanha, sofrem contusões, as perdas são ainda mais significativas, inviabilizando a comercialização desses produtos nobres (Kadim *et al.*, 2006).

O presente trabalho tem como objetivo, analisar informações de diferentes estudos sobre esses aspectos, por meio de uma Revisão de Literatura, com ênfase à influência e importância da nutrição e a necessidade em evitar-se estresse decorrente

pelo transporte do animal, o que influenciam diretamente na composição muscular e nas características sensoriais da carne

DESENVOLVIMENTO

Manejo pré-abate

O manejo pré-abate compreende práticas voltadas à redução de perdas econômicas e ao bem-estar animal. Entre elas estão os métodos modernos de insensibilização e atordoamento, bem como a utilização de instalações adequadas tanto na propriedade quanto no frigorífico, a fim de minimizar o estresse e a ocorrência de contusões. Lesões em animais ainda vivos podem estar relacionadas ao temperamento individual, à aplicação inadequada de estímulos, como choques elétricos, ou mesmo a falhas estruturais nas instalações. Muitas vezes, os hematomas só se tornam visíveis após o abate e a retirada do couro, quando já comprometem o rendimento da carcaça, a qualidade da carne e o bem-estar animal (Ljungberg *et al.*, 2007).

O estresse antes do abate também interfere no metabolismo muscular. Animais submetidos a condições adversas podem apresentar esgotamento parcial ou total do glicogênio, o que antecipa o *rigor mortis*, que deveria ocorrer apenas durante o resfriamento da carcaça na câmara fria. Nesses casos, a rigidez muscular pode se instalar ainda na primeira hora pós-abate (Del Campo, 2016).

Quando a reserva de glicogênio é totalmente consumida antes da insensibilização, não há substrato suficiente para sustentar o metabolismo anaeróbico. Isso compromete a formação de ácido lático, substância responsável pela redução do pH da carne para valores próximos de 5,5 nas primeiras 24 horas após o abate. Se esse processo não ocorre, o pH se mantém elevado (acima de 5,8), tornando a carne mais escura, firme e seca, condição conhecida como DFD (*Dark, Firm, and Dry*). Além da coloração alterada, que pode chegar a tons esverdeados pela ação do sulfeto de hidrogênio produzido por bactérias, essas carcaças apresentam vida de prateleira reduzida e menor valor comercial (Bianchini, 2005; Del Campo, 2016).

Nutrição

Além de assegurar a segurança alimentar, a produção de carne bovina deve priorizar também sua qualidade sensorial, de forma a oferecer ao consumidor um produto macio, suculento e saboroso. Para alcançar esse padrão, diversos fatores precisam ser considerados, como idade, raça, genética, sexo e, especialmente, o regime nutricional adotado (Alves, 2007). A alimentação tem impacto direto na composição da carne, de modo que dietas com maior proporção de concentrados tendem a elevar o teor de gordura intramuscular, favorecendo o marmoreio (Moletta *et al.*, 2014).

A carne bovina é reconhecida por seu elevado teor proteico, composto por aminoácidos essenciais. O tecido conjuntivo, entretanto, apresenta menor valor biológico quando comparado às proteínas miofibrilares, como actina, miosina e actomiosina, fundamentais para a contração muscular e para as alterações metabólicas *pós-mortem*. Já as proteínas insolúveis, como colágeno, elastina e reticulina, integram o tecido conjuntivo e desempenham funções estruturais, enquanto outras proteínas participam de processos metabólicos, como a respiração e a fosforilação oxidativa (Ceará, 2011).

A gordura, por sua vez, é determinante para o sabor e a suculência, além de fornecer energia em torno de 8,5 cal/g. A carne ainda se destaca como fonte de vitaminas lipossolúveis (A, D e K), vitaminas do complexo B, presentes em maior quantidade, e pequenas concentrações de vitamina C. Entre os minerais, sobressaem-se o ferro, o potássio, o sódio, o magnésio e o zinco. A água também compõe grande parte da carne, podendo alcançar até 75% em animais jovens (Ceará, 2011).

Outro elemento de relevância é a mioglobina, responsável pela coloração característica da carne. Quando o processo de sangria é inadequado, podem ocorrer alterações na cor e até processos de putrefação. O ideal é que a carne apresente coloração vermelho-brilhante. Alterações metabólicas podem levar ao surgimento de carnes com defeitos de qualidade, a exemplo da PSE (pálida, flácida e exsudativa), associada ao estresse no momento do abate, que reduz o pH, aumenta a temperatura muscular e causa perda de água, resultando em textura flácida e coloração pálida. DFD indica uma carne firme e escura, é um defeito que ocorre na carne devido ao esgotamento do glicogênio muscular no momento antes do abate, consequentemente

o PH eleva e diminui a produção de ácido láctico, e com o PH elevado proporcionam o aparecimento de microrganismos que degradam o produto, e assim a carne tem suas características modificadas como alta retenção de água nas fibras musculares, textura firme, e curto período de conservação do produto (LUDTKE et al., 2012).

Raça e genética

O cenário atual da pecuária impõe aos produtores o desafio de alcançar maior produtividade em menor tempo. Para tanto, torna-se essencial a escolha de raças direcionadas à produção de carne de qualidade, como o Nelore e o Angus. No caso do Nelore, os programas de melhoramento genético, desenvolvidos no Brasil e em outros países, resultaram em avanços significativos. Esses animais podem atingir, em média, 16,5 arrobas aos 26 meses de idade, apresentando rendimento de carcaça de aproximadamente 55% (ACNB, 2016).

Figura 1 – Bovino de corte da raça Nelore.



Fonte: Freitas, 2013a.

O Aberdeen Angus, por sua vez, é uma raça taurina reconhecida mundialmente pela excelência da carne, caracterizada por seu elevado marmoreio e adequada espessura de gordura, variando entre 3 e 6 mm. Esses atributos são altamente valorizados, sobretudo no mercado europeu (Menezes *et al.*, 2020).

Figura 2 - Bovino de corte da raça Angus.



Fonte: Freitas, 2013b.

As raças Hereford e Angus destacam-se ainda pela precocidade, alcançando o peso ideal para o abate em menor tempo, especialmente quando criadas em regime de confinamento, com boa distribuição da gordura na carcaça. Já as raças Chianina, Charolaise, Limousine e Piemontese apresentam elevado acúmulo proteico e ganho médio de peso expressivo em sistemas de confinamento (Sakowski *et al.*, 2022).

Outro exemplo notável é o Wagyu, cuja carne possui elevado valor agregado devido ao seu também intenso marmoreio, o que o tornou um produto de luxo no mercado internacional (Motoyama *et al.*, 2016).

A maciez da carne, entretanto, depende tanto de fatores genéticos quanto ambientais, sendo atribuída em cerca de 40% à genética e 60% ao ambiente. O melhoramento genético busca selecionar características como precocidade sexual e crescimento corporal, de forma a conciliar o interesse econômico dos produtores com as exigências do consumidor final (Cavalcante *et al.*, 2020).

De acordo com Yokoo *et al.* (2019), o melhoramento genético permite avanços significativos no desempenho das gerações futuras, selecionando atributos que favorecem a qualidade da carne e facilitam o manejo dos rebanhos. Nesse contexto, é importante ressaltar que os bovinos herdaram duas cópias gênicas, uma de cada genitor, e expressam diferentes combinações paternas ou maternas. Esse mecanismo possibilita a seleção de indivíduos com características genéticas superiores, que, ao

se reproduzirem, transmitem atributos desejáveis voltados para a produção de carne (Maio, 2019).

Sexo

Segundo a EMBRAPA (2019) o sexo dos animais fazem parte das características da carne e do ganho de peso do animal, sendo assim os pais são selecionados de acordo com suas características genéticas que vão contribuir para a genética do filho, porém se a expressão do gene deste animal se dá a partir da cópia da mãe, então não terá efeito se usar um touro melhorado visando que os filhos produzam carne mais macia, é crucial ambos (pai e mãe) serem selecionados. Além disso o sexo influencia no ganho de peso, no tempo de terminação, e na qualidade da carne.

De modo geral, as fêmeas atingem precocemente o peso de abate, embora apresentem menor peso vivo em comparação aos machos castrados. Estes, por sua vez, alcançam o ponto de abate mais cedo que os machos inteiros, todavia, com peso corporal também inferior (Rocha, 2023).

A bovinocultura de corte, além da influência da raça, também depende do sexo como fator relevante para a qualidade e o rendimento da carne. Machos não castrados tendem a apresentar maior deposição de gordura subcutânea e intramuscular, além de crescimento acelerado e uma maior eficiência alimentar. Entretanto, a presença da testosterona acentua a resposta ao estresse pré-abate, o que pode elevar o pH muscular, favorecendo processos de oxidação e resultando em carne menos macia (Machado *et al.*, 2019).

No caso de zebuínos e mestiços, o manejo reprodutivo por meio da castração, seja ela convencional ou imunológica, trata-se de uma prática amplamente utilizada para melhorar a qualidade da carne. Essa estratégia preserva as características físico-químicas relevantes, como a cor, o acabamento de gordura e da sua maciez, além de, inclusive, contribuir para o aumento da concentração de ácidos graxos, favorecendo o valor nutricional do produto (Miguel *et al.*, 2013; Andreo *et al.*, 2016; Teixeira *et al.*, 2022; Santiago *et al.*, 2023).

As fêmeas apresentam maior deposição de gordura intramuscular, resultando em carnes mais suculentas, macias e com menor resistência ao corte. Tanto as fêmeas quanto os machos castrados tendem a apresentar maior desenvolvimento, em

relação às regiões do quarto traseiro, dianteiro e pescoço, características estas que também impactam a conformação da carcaça (De Amorim *et al.*, 2023).

Manejo pós-abate

Um aspecto essencial do manejo pós-abate da carne bovina refere-se ao controle de riscos microbiológicos que, de acordo com estudos realizados pela EFSA – European Food Safety Authority (Autoridade Europeia de Segurança Alimentar), e consequente publicação de parecer científico em seu jornal, a EFSA (2013), concluiu entendimento de que as bactérias *Salmonella*, produtora de verotoxina, e a *E. coli*, produtora de Shiga toxina, são classificadas como altamente relevantes e perigosas, estando naturalmente presentes no trato gastrointestinal de bovinos, bem como também de outros animais.

Com o objetivo de minimizar a presença desses patógenos, os sistemas de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) incluem procedimentos como a remoção de pele, depilação, cortes higiênicos, além de outras técnicas de limpeza de facas, podendo ainda envolver o uso de ácidos orgânicos, tratamentos térmicos, irradiação, imobilização ou eliminação de microrganismos (EFSA, 2013).

As boas práticas de manejo são especialmente relevantes enquanto os animais aguardam nos currais de espera, pois, é nesse período que aumentam-se os riscos de contaminação, tanto do couro quanto da carcaça. Estudos indicam que até 76,8% dos pelos podem apresentar contaminação por *Salmonella* e *E. coli* O157:H7, e a permanência prolongada dos animais nesses locais, tende a elevar mais ainda a carga microbiana. Dessa forma, o controle do tempo e das condições ambientais durante no decorrer dessa etapa é fundamental na tentativa e, até mesmo, efetividade em reduzir riscos de contaminação, além de assegurar a segurança do produto final (EFSA, 2013).

Intervenções no couro e tratamento pós-exsanguinação

De acordo com Antic *et al* (2021), os abatedouros devem adotar intervenções baseadas em boas práticas de manejo (BPM) e avaliação de riscos, visando reduzir contaminações e preservar o bem-estar animal. Entre essas medidas, destacam-se: (a) evitar a permanência prolongada dos animais nos currais de espera; (b) avaliar a limpeza do couro antes do abate e adotar procedimentos de higienização em casos de sujeira excessiva; (c) utilizar métodos que respeitem o bem-estar, como a tosquia

do couro (*hide clipping*), para remover fisicamente eventual contaminação existente; (d) aplicar tratamentos com bacteriófagos; e (e) realizar intervenções no couro após o atordoamento e sangria, contudo, antes da esfolagem.

As lavagens químicas do couro incluem o uso de oxidantes, como água ozonizada, ácido peroxiacético, ácido hipobromoso e peróxido de hidrogênio, compostos de amônio quaternário e soluções de cloro, cloreto de cetilpiridínio, hidróxido de sódio, metassilicato de sódio e fosfato trisódico. Intervenções térmicas também são empregadas, a exemplo da escaldagem de bezerros (acima de 60°C), da imersão em água quente (acima de 70°C) ou vapor (acima de 82°C), tudo objetivando eliminar microrganismos presentes na superfície do couro (Antic *et al.*, 2021).

A depilação química consiste em sucessivas lavagens com soluções específicas (sulfeto de sódio e neutralizante de peróxido de hidrogênio) para remover pelos, melhorar a limpeza visual e reduzir a carga microbiana. Por fim, tratamentos de imobilização microbiana podem ser aplicados por meio da pulverização do couro com resina natural de goma-laca, formando uma camada protetora que impede a presença dos microrganismos (Antic *et al.*, 2021).

Regulamentações sobre inspeção e bem-estar animal

No Brasil, a produção de carne bovina é regulamentada por normas que garantem a inspeção sanitária rigorosa, bem como a proteção do bem-estar animal. Os estabelecimentos de abate devem assegurar a identidade, a procedência e a rastreabilidade dos animais desde a propriedade até o frigorífico, incluindo o transporte. A inspeção *ante mortem* é obrigatória e tem como objetivo identificar animais com suspeita de doenças, permitindo que o abate seja conduzido separadamente quando necessário, prevenindo riscos à saúde pública (Brasil, 2017).

Além disso, os frigoríficos precisam planejar previamente o abate, apresentando documentações necessárias para comprovação de manejo adequado e das condições físicas e sanitárias dos lotes. Durante o abate, somente métodos humanitários podem ser utilizados, incluindo insensibilização prévia baseada em princípios científicos, seguida de sangria imediata. Tais medidas visam reduzir estresse e contusões, garantindo a qualidade da carne, a segurança alimentar e a sustentabilidade da cadeia produtiva (Brasil, 2017).

Legislação

Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017

Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de Dezembro de 1950, e a Lei 7.889, de 23 de Novembro de 1989, que dispões sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal.

Art. 84-A. Os estabelecimentos de abate são responsáveis por garantir a identidade, a qualidade e a rastreabilidade dos produtos, desde sua obtenção na produção primária até a recepção no estabelecimento, incluindo o transporte. (Incluído pelo Decreto nº 10.468, de 2020)

§ 1º Os estabelecimentos de abate que recebem animais oriundos da produção primária devem possuir cadastro atualizado de produtores. (Incluído pelo Decreto nº 10.468, de 2020)

§ 2º Os estabelecimentos de abate que recebem animais da produção primária são responsáveis pela implementação de programas de melhoria da qualidade da matéria-prima e de educação continuada dos produtores. (Incluído pelo Decreto nº 10.468, de 2020)

Seção I

Da inspeção ante mortem

Art. 85. O recebimento de animais para abate em qualquer dependência do estabelecimento deve ser feito com prévio conhecimento do SIF. (Redação dada pelo Decreto nº 10.468, de 2020)

Art. 86. Por ocasião do recebimento e do desembarque dos animais, o estabelecimento deve verificar os documentos de trânsito previstos em normas específicas, com vistas a assegurar a procedência dos animais.

Parágrafo único. É vedado o abate de animais desacompanhados de documentos de trânsito.

Art. 87. Os animais, respeitadas as particularidades de cada espécie, devem ser desembarcados e alojados em instalações apropriadas e exclusivas, onde aguardarão avaliação pelo SIF.

Parágrafo único. Os animais que chegarem em veículos transportadores lacrados por determinações sanitárias, conforme definição do órgão de saúde animal competente, poderão ser desembarcados somente na presença de um servidor do SIF. (Redação dada pelo Decreto nº 10.468, de 2020)

Art. 88. O estabelecimento é obrigado a adotar medidas para evitar maus tratos aos animais e aplicar ações que visem à proteção e ao bem-estar animal, desde o embarque na origem até o momento do abate.

Art. 89. O estabelecimento deve apresentar, previamente ao abate, a programação de abate e a documentação referente à identificação, ao manejo e à procedência dos lotes e as demais informações previstas em legislação específica para a verificação das condições físicas e sanitárias dos animais pelo SIF.

§ 1º Nos casos de suspeita de uso de substâncias proibidas ou de falta de informações sobre o cumprimento do prazo de carência de produtos de uso veterinário, o SIF poderá apreender os lotes de animais ou os produtos, proceder à coleta de amostras e adotar outros procedimentos que respaldem a decisão acerca de sua destinação.

§ 2º Sempre que o SIF julgar necessário, os documentos com informações de interesse sobre o lote devem ser disponibilizados com, no mínimo, vinte e quatro horas de antecedência.

Art. 90. É obrigatória a realização do exame **ante mortem** dos animais destinados ao abate por servidor competente do SIF.

§ 1º O exame de que trata o **caput** compreende a avaliação documental, do comportamento e do aspecto do animal e dos sintomas de doenças de interesse para as áreas de saúde animal e de saúde pública, atendido o disposto neste Decreto e em normas complementares.

§ 2º Qualquer caso suspeito implica a identificação e o isolamento dos animais envolvidos. Quando necessário, se procederá ao isolamento de todo o lote.

§ 3º Os casos suspeitos serão submetidos à avaliação, por Auditor Fiscal Federal Agropecuário com formação em Medicina Veterinária ou por médico veterinário integrante da equipe do serviço de inspeção federal, que poderá compreender exame clínico, necropsia ou outros procedimentos com a finalidade de diagnosticar e determinar a destinação, aplicadas ações de saúde animal quando o caso exigir. (Redação dada pelo Decreto nº 10.419, de 2020)

§ 4º O exame **ante mortem** deve ser realizado no menor intervalo de tempo possível após a chegada dos animais no estabelecimento de abate.

§ 5º O exame será repetido caso decorra período superior a vinte e quatro horas entre a primeira avaliação e o momento do abate. (Redação dada pelo Decreto nº 9.069, de 2017)

§ 6º Dentre as espécies de abate de pescado, somente os anfíbios e os répteis devem ser submetidos à inspeção **ante mortem**. (Incluído pelo Decreto nº 9.069, de 2017)

Art. 91. Na inspeção **ante mortem**, quando forem identificados animais suspeitos de zoonoses ou enfermidades infectocontagiosas, ou animais que apresentem reação inconclusiva ou positiva em testes diagnósticos para essas enfermidades, o abate deve ser realizado em separado dos demais animais, adotadas as medidas profiláticas cabíveis.

Parágrafo único. No caso de suspeita de doenças não previstas neste Decreto ou em normas complementares, o abate deve ser realizado também em separado, para melhor estudo das lesões e verificações complementares.

Subseção II

Do abate normal

Art. 112. Só é permitido o abate de animais com o emprego de métodos humanitários, utilizando-se de prévia insensibilização, baseada em princípios científicos, seguida de imediata sangria.

§ 1º Os métodos empregados para cada espécie animal serão estabelecidos em normas complementares.

§ 2º É facultado o abate de animais de acordo com preceitos religiosos, desde que seus produtos sejam destinados total ou parcialmente ao consumo por comunidade religiosa que os requeira ou ao comércio internacional com países que façam essa exigência.

Dessa forma, a legislação brasileira estabelece um marco regulatório que não apenas garante a rastreabilidade e a segurança sanitária da carne bovina, mas também promove práticas de manejo que preservam o bem-estar animal e a qualidade do produto final. Ao articular normas claras sobre inspeção, transporte e também sobre os métodos de abate humanitário, a lei reforça a responsabilidade dos produtores e frigoríficos em adotar procedimentos que minimizem riscos e assegurem a sustentabilidade de toda a cadeia produtiva.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade da carne bovina está diretamente relacionada à combinação entre genética, nutrição e manejo antes e depois do abate, além do cuidado com o bem-estar animal. Observa-se que a adoção de boas práticas não apenas reduz perdas

econômicas, mas também assegura segurança alimentar e atende às expectativas do consumidor. Dessa forma, investir em manejo adequado contribui para uma produção mais eficiente e sustentável.

REFERÊNCIAS

ACNB – Associação dos Criadores de Nelore do Brasil. **A origem, S.D.**. São Paulo, 2016. Disponível em <<https://www.nelore.org.br/Raca>>. Acesso em: 08 de setembro de 2025.

ALVES, Fabiana Villa. **Desempenho zootécnico e características físico-químicas da carne de vitelões Nelore e Limousin x Nelore criados sob sistema orgânico e submetidos a diferentes suplementações em cocho privativo**. Piracicaba, 2007. 113 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007.

ANDREO, Nayara; BRIDI, Ana Maria; SOARES, Adriana Lourenço *et al.* Fatty acid profile of beef from immunocastrated (BOPRIBAR®) Nelore bulls. **Meat Science**, v. 117, p. 12-17, 2016.

ANTIC, Dragan; HOUF, Kurt; MICHALOPOULOU, Eleni; BLAGOJEVIC, Bojan. Beef abattoir interventions in a risk-based meat safety assurance system. **Meat Science**, v. 182, p. 1-14, 2021.

BIANCHINI, Waldmaryan. **Crescimento muscular e qualidade da carne de bovinos Nelore, Simental e seus mestiços no sistema de produção superprecoce**. Botucatu, 2005. 86 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, Campus de Botucatu, 2005.

BRASIL. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. **Diário Oficial da União**, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, Brasília, DF, Seção 1, n. 62, p. 3-27, 30 mar. 2017.

CAVALCANTE, Diego Helcias; EVANGELISTA, Amauri Felipe; CAMPELO, José Elivalto Guimarães *et al.* Funções de covariâncias sobre polinômios B-splines para modelagem do crescimento de bovinos de corte: revisão. **Medicina Veterinária (UFRPE)**, Recife, v. 14, n. 1, p. 57-63, 2020.

CEARÁ. Secretaria da Educação. Escola Estadual de Educação Profissional – EEEP. **Curso Técnico em Agroindústria – Processamento de carnes**. Ceará, Unidade I, p. 21-25, 2011. 131 p. Disponível em <<https://www.seduc.ce.gov.br>>. Acesso em: 11 de setembro de 2025.

CINQUINI FILHO, João; MOURA, Mariela Silva; CARREON, Rafael Silveira; PIRTOUSCHEG, Adriano. Economic performance of the production system creates and fattening in beef cattle farm Rosario Ituiutaba-MG. **Pubvet**, v. 5, n. 9, 2011.

DE AMORIM, Solange Silva; MACHADO, Thiara Jacira Vicuña Mendes Oliveira de Paula; PIRES, Aureliano José Vieira *et al.* Aspectos qualitativos da carne bovina. **Brazilian Journal of Science**, v. 2, n. 9, p. 1-12, 2023.

DEL CAMPO, Márcia. Bem-estar animal: sistemas de produção, práticas de manejo e qualidade da carne. In: PARANHOS DA COSTA, Matheus J. R.; SANT'ANNA, Aline Cristina (Ed.). **Bem-estar animal como valor agregado nas cadeias produtivas de carnes**. Jaboticabal, Funep, cap. 10, p. 94-107, 2016.

DO AMARAL, Jackson Barros; TREMORI, Tália Missen; D'ALENCAR, Alessandra Santos; TREVISAN, Guilherme. Abate humanitário e insensibilização em bovinos na perspectiva da medicina veterinária legal: revisão. **PUBVET**, v. 13, n. 3, a285, p. 1-14, 2019.

EFSA – European Food Safety Authority. Scientific Opinion on the public health hazards to be covered by inspection of meat (bovine animals). **EFSA Journal**, v. 11, n. 6, e3266, 2013.

EMBRAPA. Genômica mostra influência do sexo dos reprodutores na maciez da carne bovina. 2019. Disponível em < <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/47967486/genomicamostrainfluencia-do-sexo-dos-reprodutores-na-maciez-da-carne-bovina>>. Acesso em: 22 de outubro de 2025.

FERRAZ, José Bento Stermann; DE FELÍCIO, Pedro Eduardo. Production systems – An example from Brazil. **Meat Science**, v. 84, n. 2, p. 238-243, 2010.

FREITAS, Gustavo. **Nelore**: conheça mais sobre a raça que representa 80% do gado de corte brasileiro [Projeto Raças]. Beefpoint, 07 out. 2013a. Fotografia. Disponível em <<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fbeefpoint.com.br%2Fnelore-conheca-mais-sobre-a-raca-que-representa-80-do-gado-de-corte-brasileiro-projeto-racas%2F&psig=AOvVaw0aOEyOoIJvtDYV5wc9K1E&ust=1757743313555000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBYQ3YkBahcKEwiQrouPxtKPAXUAAAHQAAAAQAQA>>. Acesso em: 08 de setembro de 2025.

FREITAS, Gustavo. **Angus**: produtiva a campo e carne com bons índices de marmoreio e capa de gordura espessa e uniforme [Projeto Raças]. Beefpoint, 03 nov. 2013b. Fotografia. Disponível em <<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fbeefpoint.com.br%2Fangus-produtiva-a-campo-e-carne-com-bons-indices-de-marmoreio-e-capa-de-gordura-espessa-e-uniforme-projeto-racas%2F&psig=AOvVaw0paOG20RtKPF241vRhRqKA&ust=1757761581231000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBYQ3YkBahcKEwiglc-WitOPAXUAAAAAHQAAAAQAQA>>. Acesso em: 08 de setembro de 2025.

GUERRERO, Ana; SAÑUDO, Carlos; CAMPO, Mari Mar *et al.* Effect of production system before the finishing period on carcass, meat and fat qualities of beef. **Animal**, v. 7, n. 12, p. 2063-2070, 2013a.

GUERRERO, Ana; VALERO, Maribel Velandia; CAMPO, Mari Mar; SAÑUDO, Carlos. Some factors that affect ruminant meat quality: from the farm to the fork.

Review. **Acta Scientiarum – Animal Sciences**, Maringá, v. 35, n. 4, p. 335-347, 2013b.

KADIM, I. T.; MAHGOUB, O.; AL-KINDI, A. *et al.* Effects of transportation at high ambiente temperatures on physiological responses, carcass and meat quality characteristics of three breeds of Omani goats. **Meat Science**, v. 73, n. 4, p. 626-634, 2006.

LUDTKE, Charli Beatriz; CIOCCA, José Rodolfo Panim; DANDIN, Tatiane *et al.* Manejo pré-abate. In: LUDTKE, Charli Beatriz; CIOCCA, José Rodolfo Panim; DANDIN, Tatiane *et al.* **Abate humanitário de bovinos**. Rio de Janeiro, WSPA Brasil – Sociedade Mundial de Proteção Animal, p. 31-44, 2012.

LJUNGBERG, D.; GEBRESENBET, G.; ARADOM, S. Logistics chain of animal transport and abattoir operations. **Science Direct**, v. 96, n. 2, p. 267-277, 2007.

MACHADO, Luís Armando Zago; CORREA, Elton Bock; JUNIOR, Fernando Miranda de Vargas; FEIJÓ, Gelson Luís Dias. Escolha de animais e formação de lotes de bovinos para sistemas de integração. In: BUNGENSTAB, Davi José; DE ALMEIDA, Roberto Giolo; LAURA, Valdemir Antônio; BALBINO, Luiz Carlos; FERREIRA, André Dominghetti (Ed.). **ILPF - Inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 1ª ed., cap. 33, p. 544-566, 2019.

MAIO, Ana. **Genômica mostra influência do sexo dos reprodutores na maciez da carne bovina**. Brasília: Embrapa, 23 dez. 2019. Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/47967486/genomica-mostra-influencia-do-sexo-dos-reprodutores-na-maciez-da-carne-bovina>>. Acesso em: 11 de setembro de 2025.

MELO, Aurélio Ferreira; MOREIRA, Juracy Mendes; ATAÍDES, Daniela Silva *et al.* Fatores que influenciam na qualidade da carne bovina: revisão. **Pubvet**, v. 10, n. 10, p. 785-794, 2016.

MENEZES, Ana Doralina; MARQUES, Jandora Alvim; SANTOS, Katiulci; PIVATO, Mateus (Coord.). Década de fomento. In: MENEZES, Ana Doralina; MARQUES, Jandora Alvim; SANTOS, Katiulci; PIVATO, Mateus (Coord.). **Associação Brasileira de Angus**. Porto Alegre: Anuário 2020, p. 184-187, 2020.

MIGUEL, Julianna Z.; FARIA, Marcelo H.; ROÇA, Roberto O. *et al.* Immunocastration improves carcass traits and beef color attributes in Nellore and Nellore x Alberdeen angus crossbred animals finished in feedlot. **Meat Science**, v. 96, n. 2, p. 884-891, 2013.

MOLETTA, José Luiz; TORRECILHAS, Juliana Akamine; ORNAGHI, Mariana Garcia *et al.* Feedlot performance of bulls and steers fed on three levels of concentrate in the diets. **Acta Scientiarum – Animal Sciences**, Maringá, v. 36, n. 3, p. 323-328, 2014.

MOTOYAMA, Michiyo; SASAKI, Keisuke; WATANABE, Akira. Wagyu and the factors contributing to its beef quality: a Japanese industry overview. **Meat Science**, v. 120, p. 10-18, 2016.

ROCHA, HellenCRIS Cassin. **Influência da condição sexual de bovinos cruzados sobre a deposição de gordura e tecido conjuntivo intramuscular, degradação miofibrilar e maciez da carne**. Pirassununga, 2023. 110 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2023.

ROTTA, Polyana Pizzi; DO PRADO, Rodolpho Martin; DO PRADO, Ivanor Nunes *et al.* The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition and appearance: a review. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 22, n. 2, p. 1718-1734, 2009.

SAKOWSKI, Tomasz; GRODKOWSKI, Grzegorz; GOLEBIEWSKI, Marcin *et al.* Genetic and environmental determinants of beef quality: a review. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 9, article 819605, p. 1-8, 2022.

SANTIAGO, Bismarck M.; BALDASSINI, Welder A.; CHIARATTI, Marcos R. *et al.* Skeletal muscle gene expression and meat quality of F1 Angus-Nellore Young steers and bulls feedlot finished. **Livestock Science**, v. 268, p. 105-151, 2023.

TEIXEIRA, Odilene de S.; MACHADO, Diego S.; PEREIRA, Lucas B. *et al.* Main altered characteristics in the meat of young cattle of different sexual conditions supplemented in tropical pasture. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 94, n. 3, p. 1-12, 2022.

YOKOO, Marcos Jun-Iti; MARCONDES, Cintia Righetti; CARDOSO, Fernando Flores; THOLON, Patrícia. O que podemos fazer para melhorar a genética dos rebanhos? In: YOKOO, Marcos Jun-Iti; MARCONDES, Cintia Righetti; CARDOSO, Fernando Flores; THOLON, Patrícia. **Boas práticas em melhoramento genético de gado de corte**. Bagé, Embrapa Pecuária Sul, documento 162, cap. 1, p. 09-10, 2019.